ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1902.

PRÉSIDÉE PAR M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire : observations suggérées par le cinquième et le sixième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris;* par MM. **Lœwy** et **P. Puiseux.**

« Le sixième fascicule de notre *Atlas lunaire* suit à une année de distance le fascicule précédent, dont les feuilles avaient déjà figuré pour la plupart à l'Exposition universelle de 1900. En raison de cette circonstance, nous nous étions abstenus d'en faire l'objet d'une Communication spéciale à l'Académie. Nous espérons que l'on voudra bien considérer le nouveau progrès réalisé dans notre publication comme une raison suffisante de procéder à une revue sommaire des résultats fournis par les deux dernières sections.

» Toutes deux s'ouvrent par une reproduction non agrandie d'une image obtenue au foyer de l'instrument. La première (*Pl. e*), qui représente la Lune âgée de 6 jours, montre à la fois sous un éclairement favorable la mer des Crises et la mer du Nectar, c'est-à-dire les deux meilleurs spécimens de grandes dépressions circulaires, remarquables à la fois par leur isolement et la précision de leurs limites. La mer du Nectar retient encore l'attention par la multiplicité de ses enceintes concentriques, offrant toutes leur revers le plus escarpé vers l'intérieur, et dont la mer occupe seulement la partie la plus affaissée. Les franges montagneuses, riches en orifices volcaniques, ont subi des efforts tangentiels tendant à les disjoindre, mais ne montrent point ces plissements parallèles que l'écorce terrestre offre avec une véritable profusion.

» A l'inverse de la précédente, la planche *f*, placée en tête du sixième fascicule, embrasse la partie visible de l'hémisphère occidental.

» Si on la compare avec la planche *d*, qui accompagne le quatrième fascicule, on verra combien, pour une différence d'âge assez faible, l'aspect de notre satellite peut être modifié par l'écart des librations. Cette circonstance présente plus qu'un intérêt de curiosité. En même temps qu'elle fait apparaître des formations nouvelles à proximité du bord, elle modifie la position relative des objets voisins du centre. La sphéricité de la Lune étant admise, on peut déduire, des mesures angulaires faites sur trois clichés, les distances au centre des points mesurés. L'hypsométrie de notre satellite serait donc, au moins en théorie, susceptible d'être établie plus directement que celle de la Terre.

» En confrontant les détails communs aux deux épreuves, on reconnaîtra que l'une est relativement plus détaillée dans les parties claires et l'autre dans les parties sombres. Les deux images ont été, en effet, soumises à un traitement différent, et cette différence elle-même est déterminée par la nature des objets représentés et par la durée de la pose primitive. Presque toujours ces circonstances permettent d'expliquer les variations apparentes sans recourir à l'hypothèse d'un changement physique; elles montrent de plus que la photographie est capable d'accentuer des contrastes difficilement perceptibles par d'autres modes d'observation. On est ainsi mis sur la voie de conclusions intéressantes concernant la distribution des bouches éruptives et la répartition des matériaux rejetés par elles en auréoles de date diverse, d'étendue variable et de pouvoir photogénique inégal.

» Une catastrophe encore présente à toutes les mémoires a vivement rappelé l'attention publique sur ces manifestations redoutables de l'activité intérieure des planètes. Si tragiques qu'aient été ses conséquences, l'éruption de la Montagne Pelée n'a point égalé, par la masse des cendres émises, l'explosion du Krakatoa en 1883, celle du Coseguina en 1835, celle du Timboro en 1815. Dans ces deux derniers cas, une couche épaisse de débris a recouvert un espace plus vaste que la France ou l'Allemagne. La plus grande partie, il est vrai, a été absorbée par la mer, le reste assez promptement balayé par les pluies torrentielles de la région tropicale. L'étude de la surface de la Lune nous amène à penser que des éruptions tout aussi intenses, issues d'un même centre, s'y sont répétées à de longs intervalles. Favorisées par un régime de calme et de sécheresse, elles ont été plus durables dans leurs effets, et les auréoles les plus récentes, superposées aux

premières, s'en distinguent par une teinte plus sombre et un périmètre moins étendu.

» Nous devons, après ces aperçus généraux, recourir aux épreuves agrandies pour l'étude détaillée des formes montagneuses, des taches et des fissures.

» La planche XXIV, reproduction partielle et amplifiée d'un cliché du 16 février 1899, nous ramène dans la région si accidentée du pôle sud. Nous y trouvons, avec la gigantesque vallée de Rheita, le spécimen le plus développé des fractures rectilignes de l'écorce. Ses bords parallèles et largement séparés franchissent quelques cirques anciens, et sont au contraire interrompus par plusieurs bourrelets volcaniques modernes. L'existence de ponts obliques réunissant les deux lèvres exclut toute idée d'érosion superficielle et assigne à la formation de la vallée une cause profonde, agissant avec lenteur, comme celle qui produit les crevasses de glaciers. Non loin de là Janssen offre peut-être le meilleur exemple des vastes bassins polygonaux peu déprimés, modifiés ultérieurement par des fissures transversales et par la superposition de cirques proprement dits. On remarquera aux angles de Janssen et de quelques enceintes analogues la présence de massifs saillants formés par la jonction de trois arêtes convergentes. Cette feuille met en lumière l'abondance relative des orifices sur le trajet de quelques sillons discontinus, et leur rareté sur les emplacements occupés par des taches sombres.

» La plus grande partie de la feuille suivante (*Pl. XXV*) appartient à la masse continentale qui s'allonge du sud au nord sur le méridien central de la Lune. Nons y voyons s'effectuer un changement progressif dans l'aspect des cirques, très profonds et multipliés vers la limite australe, plus rares et moins creux quand on se rapproche de l'équateur. En même temps on assiste à un accroissement dans le nombre relatif des formes saillantes et dans l'abondance des épanchements superficiels. Les taches blanches qui environnent les orifices volcaniques apparaissent en nombre sur les grandes cassures de l'écorce, aux points où a dû se porter la réaction du fluide interne comprimé par les parties affaissées. Nous trouvons ici bien des faits en faveur de la fluidité récente des planètes, beaucoup moins à l'appui des théories qui font des volcans un phénomène purement local, subordonné aux infiltrations de la mer ou des eaux douces.

» La même région se retrouve, éclairée par l'est, dans la planche XXVI. Le rétrécissement progressif du continent central vers le nord nous permet

d'embrasser ici tout un réseau de digues, orienté sur deux directions principales et qui constitue l'ossature de la contrée. Déjà reconnaissable sur les planches III et VII, cette structure apparaît ici comme un trait primordial, capable de s'opposer quelque temps à l'extension des mers, de déterminer la direction des lignes de rivage successives, d'influer sur la forme et la distribution des cirques. Nulle part nous n'observons de meilleurs exemples de sillons rectilignes formant tangente commune à plusieurs enceintes. Les murailles, parfois très élevées, qui se dressent à la limite des mers et qui sembleraient devoir offrir un champ si favorable à l'érosion, n'accusent point de ravinement sur leurs flancs ni de dentelures à leur crête. Les principales irrégularités y reconnaissent pour cause des ruptures suivies de glissement en masse. Les régions qui se raccordent aux mers par des pentes plus douces révèlent, dans leurs formes émoussées et pâteuses, l'influence dissolvante d'une submersion temporaire.

» Les variations de niveau ont laissé des traces également visibles dans les plaines équatoriales qui occupent une grande partie de la planche XXVII. Certaines mers sans limites précises, à côté d'autres nettement encaissées, ont dû éprouver des fluctuations auxquelles les dernières ont échappé. Nous trouvons ici une indication utile pour évaluer l'âge relatif des mers. L'altitude extrême qu'elles ont pu atteindre résulte de l'examen de certains cirques, partiellement détruits ou comblés, que l'on voit encore sur le rivage. On s'assure ainsi qu'entre l'invasion et le retrait de la mer de la Sérénité il s'est écoulé une période assez longue pour permettre la constitution d'une croûte résistante. La grande cassure des Pyrénées fait face, de l'autre côté de la mer du Nectar, à celle des monts Altaï. L'une et l'autre confirment la concordance habituellement observée sur les failles entre le regard et la convexité.

» Extraite, ainsi que la feuille précédente et la planche *e*, d'un cliché du 26 avril 1898, la planche XXVIII s'avance jusqu'au pôle nord. Elle nous fait assister à un changement progressif dans l'aspect du sol, changement analogue à celui que nous avons constaté sur la planche XXV. Les fonds des cirques, d'abord déprimés bien au-dessous de la surface moyenne, se relèvent par degrés jusqu'à se confondre avec elle. En même temps, les bourrelets des cirques éprouvent un exhaussement continu, et arrivent dans la région arctique à se constituer en réseau, de manière à isoler des bassins rectangulaires. Tout autre est la structure du massif des monts Taurus, représenté dans la partie sud de la feuille. Appuyé au grand cirque Posidonius et isolé sur deux faces par l'effondrement des

parties voisines, il s'épanouit en éventail vers le Sud-Ouest. De nombreuses bouches volcaniques y jalonnent les divisions naturelles. Des fissures étroites, évidemment plus modernes et dues à des causes profondes, traversent le groupe entier sans aucun égard pour les accidents de la surface.

» La planche XXIX nous montre aussi le bord occidental de la Lune à partir du pôle nord, mais s'étend jusque dans des latitudes plus basses. La faible hauteur du Soleil y fait apparaître de nombreuses formations qui, sur la feuille précédente, étaient à peine indiquées ou même tout à fait imperceptibles. La mer des Crises, la mieux délimitée des grandes plaines de la Lune, offre ici divers traits de ressemblance avec certains cirques, dont ses dimensions seules la séparent. Telles sont l'existence d'une circonvallation entourant à distance la région submergée, ou celle d'un massif élevé, de contour triangulaire, placé à l'extrémité nord de l'enceinte et ayant fait obstacle aux mouvements de charriage. Comme les précédentes, cette feuille apporte divers faits intéressants concernant les variations d'étendue et d'intensité des taches claires ou sombres. Jusqu'à présent, il semble plutôt que les taches sombres soient sujettes à un changement périodique dépendant de la phase. Les variations des teintes claires embrasseraient des durées plus longues et ne deviendraient ordinairement sensibles qu'après un intervalle de quelques années.

» Dans une prochaine Communication, nous conduirons cette revue rapide jusqu'au point où est actuellement parvenue notre publication, et nous tenterons d'en dégager quelques conclusions d'ordre général. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur l'hydrure de silicium liquide* Si^2H^6. Note de MM. **H. Moissan** et **S. Smiles**.

« Nous avons indiqué, dans une précédente publication, quelles étaient la préparation et les propriétés de l'hydrure de silicium liquide Si^2H^6 (¹). Nous avons poursuivi cette étude et nous publions aujourd'hui des recherches complémentaires sur ce sujet.

» *Densité de vapeur*. — La densité de vapeur de cet hydrure a été déterminée par la méthode de Gay-Lussac. Dans un tube gradué, rempli de

(¹) H. Moissan et S. Smiles, *Préparation et propriétés d'un nouvel hydrure de silicium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 569; 10 mars 1902).

mercure, nous avons fait passer une ampoule de verre contenant 0,255 de siliciure liquide. Un courant de vapeur d'eau maintenait le tube à la température de 100°, et nous avons obtenu ainsi un volume gazeux de $8^{cm^3},30$: ce qui correspond à la densité 2,37. La densité théorique pour le composé Si^2H^6 serait de 2,14.

» Ces chiffres établissent donc que ce nouvel hydrure de silicium doit être représenté par la formule Si^2H^6 ou $\begin{matrix} SiH^3 \\ | \\ SiH^3 \end{matrix}$, ce qui rend ce corps comparable à l'éthane et au silico-méthane.

» *Propriétés.* — L'hydrure de silicium liquide peut être chauffé à la température de 100° sans présenter trace de décomposition. Par refroidissement, il reprend l'état liquide et conserve toutes ses propriétés.

» Si l'on fait passer dans la vapeur, maintenue gazeuse sous pression réduite, une série d'étincelles d'induction, on voit se déposer de longs filaments de silicium amorphe en même temps que l'hydrogène est mis en liberté. Après 15 à 20 minutes, le volume de gaz n'augmente plus sensiblement.

» L'hydrure de silicium est très soluble dans le silicate d'éthyle; il est légèrement soluble dans l'eau, mais cette solution est attaquée lentement par l'oxygène qui se trouve en dissolution dans le liquide.

» Comme nous l'avons fait déjà remarquer, c'est un réducteur très énergique, agissant instantanément sur les solutions de bichlorure de mercure, de chlorure d'or et d'azotate d'argent. Avec ce dernier composé, il fournit un mélange complexe de siliciures d'argent hydratés.

» Une solution aqueuse de perchlorure de fer est attaquée lentement par ce nouveau composé; il se produit un précipité de couleur brune, insoluble dans l'acide chlorhydrique dilué. Une solution étendue de sulfate d'indigo est décomposée et produit lentement un précipité de couleur verte. Il réduit de même une solution aqueuse et neutre de permanganate de potassium.

» L'hydrure de silicium liquide réduit lentement à froid une solution de bichromate de potassium acidulé par une goutte d'acide sulfurique. Il se produit une solution verte de sulfate de chrome.

» L'action de cet hydrure sur l'eau de brome est lente aussi à froid, mais, pour peu que l'on élève la température, chaque bulle de vapeur d'hydrure de silicium qui traverse la solution s'entoure d'une couche de silice et l'excès vient brûler spontanément à la surface du liquide.

» Si l'on répète cette expérience au moyen d'acide azotique concentré,

la décomposition se produit de même assez lentement, et chaque bulle de vapeur d'hydrure de silicium se recouvre d'une petite couche de silice et de silicium amorphe, tandis que son volume augmente.

» La solution concentrée d'acide chlorhydrique n'a aucune action à froid sur ce nouveau composé.

» Avec l'acide sulfurique concentré et chauffé à 50°, il ne se produit pas de décomposition pendant un contact peu prolongé entre les deux corps. Mais nous avons remarqué que les vapeurs d'hydrure de silicium qui se dégageaient de cet acide sulfurique produisaient, au moment où elles s'enflammaient spontanément à l'air, un bruit sec et assez violent. Nous avons du reste constaté le même phénomène chaque fois que les vapeurs d'hydrure de silicium, soit seules, soit mélangées à l'hydrogène, étaient complètement privées de vapeur d'eau. Ce phénomène peut être facilement réalisé en produisant un mélange d'hydrogène, d'hydrogène silicié SiH^4 et d'hydrogène silicié liquide Si^2H^6, desséché par son passage dans un tube maintenu à — 80° et abandonné ensuite bulle à bulle au contact de l'air. Chaque bulle de gaz bien sec produit une explosion plus violente que si le mélange est saturé de vapeur d'eau.

» Mais l'action la plus curieuse de l'hydrure de silicium liquide est celle qu'il exerce sur les composés saturés, riches en chlore ou en fluor. Nous pensions qu'il pouvait être soluble dans le tétrachlorure de carbone. Pour étudier cette solubilité, nous avons placé du tétrachlorure de carbone parfaitement sec dans une petite éprouvette retournée remplie de mercure. Nous avons fait ensuite arriver, au contact du tétrachlorure de carbone, une petite ampoule ouverte contenant une goutte d'hydrure de silicium. Dès qu'il y a eu contact entre les deux corps, une violente explosion s'est produite avec formation d'une flamme, et l'éprouvette a été brisée. En reprenant cette expérience sur des quantités de matières plus petites, nous avons pu constater qu'il se formait en abondance de l'acide chlorhydrique absorbable par l'eau avec réaction acide et précipitation par l'azotate d'argent, en même temps qu'il se déposait du carbone amorphe de couleur noire et du silicium marron. Ce dernier corps peut être détruit au moyen d'une solution de potasse au contact de laquelle il dégage de l'hydrogène.

» L'un de nous, en collaboration avec M. Lebeau ([1]), a démontré que

---

([1]) H. Moissan et P. Lebeau, *Préparation et propriétés d'un nouveau corps gazeux, l'hexafluorure de soufre* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. CXXVI, 1902, p. 145).

l'hexafluorure de soufre SF^6 est un composé d'une stabilité assez grande pour que l'on puisse fondre du sodium dans ce gaz sans le décomposer.

» Dans un tube retourné sur le mercure contenant une petite quantité de vapeurs d'hydrure de silicium, nous avons fait passer 2^{cm^3} ou 3^{cm^3} d'hexafluorure de soufre. A cause de la densité de ce dernier composé (5,03), il n'y a pas eu mélange, et par conséquent réaction. Mais au moment où nous avons voulu faire passer le gaz dans une autre éprouvette, il s'est produit une violente détonation accompagnée d'une flamme bleue et d'un dépôt de silicium. Les deux éprouvettes ont été brisées.

» En résumé, l'hydrure de silicium liquide a pour formule Si^2H^6; il correspond à l'éthane, est spontanément inflammable en présence de l'air et possède des propriétés réductrices très énergiques. Il décompose avec violence le tétrachlorure de carbone et l'hexafluorure de soufre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés nouvelles du silicium amorphe.* Note de MM. **H. Moissan** et **S. Smiles**.

« Lorsque l'on décompose les vapeurs du siliciure d'hydrogène liquide Si^2H^6 par une série de petites étincelles d'induction, on obtient de l'hydrogène et du silicium. Ce silicium se présente sous forme de longs filaments laineux, de couleur café au lait clair, possédant des propriétés réductrices particulières que ne donne pas le silicium amorphe préparé par le procédé de M. Vigouroux [1].

» Ce silicium très finement divisé réduit en effet lentement, à la température ordinaire, une solution neutre de permanganate de potassium. Cette réduction se fait beaucoup plus rapidement à 100°; il réduit aussi une solution de sulfate de cuivre à l'ébullition. De même une solution de bichlorure de mercure portée à 50° ou 60° produit avec ce silicium amorphe une notable quantité de calomel. Enfin, une solution de chlorure d'or très étendue est réduite à l'ébullition par ce silicium.

» Comme nous le faisions remarquer précédemment, ces phénomènes de réduction ne sont pas obtenus avec le silicium amorphe préparé par le procédé de M. Vigouroux, même lorsque ce silicium vient d'être fraîchement lavé avec le plus grand soin, au moyen d'une solution pure et concentrée d'acide fluorhydrique.

» Nous pensons que cette différence tient au simple état de division du

---

(1) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1897, p. 5.

silicium. Nous rappellerons que l'un de nous a déjà mentionné des réactions similaires obtenues avec le bore pur ([1]). Cependant avec le bore les réactions sont beaucoup plus frappantes, parce qu'elles se continuent; ce qui tient, pensons-nous, à ce que le produit d'oxydation du bore, l'acide borique, est soluble dans l'eau, tandis que la silice hydratée qui se produit dans la plupart de ces réductions forme une couche insoluble autour du silicium et limite rapidement la réaction. »

MÉDECINE. — *Sur l'appendicite et ses causes*. Note de M. LANNELONGUE.

« Les médecins de presque tous les pays, le grand public lui-même, se sont passionnés pour la solution de ce problème : D'où provient cette maladie, hier encore inconnue, *l'appendicite*, et quelle est la cause de son extrême fréquence ?

» L'appendicite n'est pas une maladie nouvelle, et s'il n'est pas douteux que de nombreux faits publiés de perforation de l'appendice depuis au delà de 100 ans démontrent son existence réelle alors, j'émets aussi l'idée qu'on peut la retrouver bien plus avant encore, et que l'Égypte des Pharaons paraît même en avoir présenté des exemples.

» Dans l'une des momies de la XIe dynastie, c'est-à-dire il y a 5000 ans environ, qui a été étudiée par M. le Dr Fouquet, au point de vue du tatouage et des sacrifications comme méthode de traitement des maladies des os et des séreuses, on voit des séries de lignes ondulées dans chacune des fosses iliaques, indiquant que le sujet était traité pour une péritonite aiguë dont il présente les marques. Or, l'examen de cette momie m'a fait voir qu'elles étaient plus accentuées du côté droit, ce qui me porte à croire que la péritonite dont est morte cette jeune fille ou jeune femme était d'origine appendicitaire.

» Donc l'appendicite existait avant ces dernières années, mais elle était cataloguée sous les noms très différents des maladies suivantes, dont je ne cite que les principales : péritonite, typhlite, psoïtis, invagination de l'intestin, indigestion, phlegmons de la fosse iliaque, phlegmons des ligaments larges, comprenant ce qu'on appelle aujourd'hui les *salpingites* et les *ovarites*, congestions ou autres maladies du foie, des reins, névralgies abdominales, etc.

» On voit encore journellement des malades atteints d'appendicite

([1]) H. MOISSAN, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VI, 1895, p. 293.

soignés pour l'une ou l'autre de ces maladies, par des médecins attardés dans leurs connaissances anciennes.

» Le progrès accompli a été de faire restitution, à ce petit organe qu'on appelle l'*appendice*, de toutes ces maladies diverses que notre ignorance ou une observation mauvaise plaçait dans les organes circonvoisins : reins, foie, annexes utérines, estomac et surtout le péritoine.

» Ici l'erreur était d'autant plus facile que l'appendice, flottant librement de toutes parts dans la cavité péritonéale, une péritonite, limitée et protectrice ou étendue et pleine de périls, est la conséquence pour ainsi dire obligée de l'appendicite extensive, c'est-à-dire dépassant la faible paroi de l'appendice.

» Or, puisque la péritonite complique nécessairement toute appendicite évolutive et qu'on ne connaissait pas jadis l'appendicite, on a dû nécessairement appeler cette dernière *péritonite*, ou encore *phlegmon iliaque* ou *pérityphlite*, qui ne sont habituellement que des péritonites enkystées, on le sait bien aujourd'hui.

» C'est, en effet, ce qui a eu lieu; afin d'avoir à cet égard une opinion précise, non entachée d'erreur, j'ai fait faire avec soin, à l'hôpital Trousseau ([1]), le relevé des péritonites aiguës non tuberculeuses, dans une période de cinq ans, antérieure à l'appendicite, de 1885 à 1889. Ce relevé a donné 470 cas répartis ainsi par année : 104 en 1885, 76 en 1886, 94 en 1887, 110 en 1888, 86 en 1889.

» J'ai fait relever pareillement le nombre d'appendicites reçues et traitées dans ce même hôpital à l'époque où l'appendicite a battu son plein, c'est-à-dire de 1895 à 1899, et le nombre en a été de 443.

» En somme, 470 péritonites dans la période quinquennale de la péritonite et 443 appendicites dans la période quinquennale de l'appendicite. Ces chiffres sont très comparables, et la différence de 27 appendicites en moins peut être considérée comme étant d'autant plus insignifiante que, durant la période de 1895 à 1899, à ce même hôpital, il y a eu 166 cas de péritonites aiguës autres que des appendicites et que, parmi eux, il y a eu certainement des faits d'appendicite méconnus.

» On comprend, d'après ce rapprochement de chiffres hospitaliers, c'est-à-dire impersonnels, pourquoi dans le public on ne parle plus, pour

---

([1]) Ce relevé a été fait dans un hôpital d'enfants, pour deux motifs : 1° parce que l'appendicite est beaucoup plus fréquente chez eux; 2° parce qu'il est beaucoup plus facile d'apprécier chez les enfants la part des influences, notamment du régime alimentaire, sur le développement de l'appendice.

ainsi dire, de péritonites aiguës qui jetaient l'effroi dans les familles autrefois, depuis la venue de l'appendicite, qui a pris sa place et qui ne l'eût pas cédé certainement en gravité à la péritonite si la chirurgie n'était pas intervenue.

» Donc, chez les enfants des pauvres, qui n'ont guère une nourriture différente, aujourd'hui, de celle d'il y a vingt ans, l'appendicite n'est pas plus fréquente que jadis. Il en est de même chez les enfants des riches. On pourrait ajouter encore qu'on la rencontre assez fréquemment en dehors des villes, dans les plus humbles villages, dans les habitations des champs où l'on mange peu de viande. Si j'en crois les témoignages de praticiens âgés, bons observateurs, c'est bien comme autrefois : l'appendicite actuelle a la physionomie de la péritonite et de la pérityphlite du vieux temps.

» Si l'influence grippale peut être invoquée parfois, c'est uniquement à titre de cause prédisposante en plaçant l'organisme dans des conditions d'infériorité comme résistance ; les microbes, rendus plus virulents par la grippe, impressionnent les voies lymphatiques de l'appendice. On peut en dire autant de certaines infections, comme la fièvre typhoïde et la rougeole, par exemple.

» L'appendicite est une entérite microbienne; sans microbes pas d'appendicite. Ceux-ci sont tantôt aérobies et tantôt anaérobies ; leur virulence est plus ou moins intense, mais elle est certainement augmentée d'intensité pour produire l'appendice. Il en est, de plus, qui ont des propriétés pathogènes spécifiques qui font de la gangrène, etc.

» Le début est comparable à l'entérite du reste de l'intestin, du gros surtout, qui ici se borne souvent à des coliques et à de la diarrhée ; mais elle a deux phases : l'une où les phénomènes restent localisés dans la paroi de l'appendice, surtout de la muqueuse et dans ses organes annexes, follicules, etc. Cette phase, qui est parfois inaperçue, qui n'est pas recherchée souvent, dont les parents ne s'inquiètent pas, peut durer plus ou moins longtemps, avoir des va-et-vient, des intermittences à longue distance, des guérisons provisoires, des troubles gastriques, des coliques plus ou moins fortes, de la sensibilité même de la région appendicitaire, et quelquefois un peu de fièvre, mais elle n'a rien de spécial. On la prend pour une indigestion, pour un embarras gastrique ; elle guérit dans la plupart des cas, avec ou sans soins. Pour le chirurgien (et, dans cette maladie, comme cela aura lieu de plus en plus souvent dans l'avenir, la médecine et la chirurgie se confondent), l'appendicite n'existe que quand *le péritoine se prend,* ce qui veut dire quand il y a complication de péritonite.

» Or, deux grands groupes de faits se montrent tout de suite. Dans l'un,

le péritoine va faire des adhérences, fabriquer des fausses membranes en plus ou moins grande quantité, qui vont distraire l'appendice de la cavité péritonéale en le collant contre une paroi du ventre, la postéro-inférieure de préférence, contre un viscère, ou en le coiffant tout simplement. S'il se forme un abcès, cet abcès, bien que placé nécessairement dans le péritoine, sera limité et séparé de la grande cavité péritonéale, péritonite savamment protectrice qui va limiter les désordres, c'est-à-dire l'infection, en cantonnant les microbes dans un foyer, et la conservation de la vie avec ou sans une opération sera en général le prix de ce travail réactionnel de la nature.

» Dans l'autre, le grand péritoine, dans lequel est l'appendice, reçoit, soit par perforation prompte, soit par les vaisseaux de toute nature, les microbes et leurs toxines. Il ne réagit plus à la manière précédente; les infections, ou plutôt les microbes, trouvent dans ses sécrétions un élément de dissémination et de multiplication; la mort, à brève échéance, sera le terme de ce travail. Entre ces deux grands groupes sont parfois quelques faits intermédiaires que je passe sous silence.

» L'appendicite est rarement le fait d'un seul microbe; on en trouve souvent plusieurs associés, et cette association a souvent pour effet d'exulter leur virulence, c'est-à-dire de les rendre plus nocifs.

» La pénétration, dans la paroi de l'appendice, des microbes, par effraction de cette paroi est la condition habituelle du développement de l'appendicite; mais cette effraction ne semble pas devoir être une condition *sine qua non,* car il est démontré expérimentalement que des microbes peuvent traverser les parois d'un intestin ordinaire sans altération de la muqueuse. Toutefois, l'altération de la paroi est la grande règle, et cette altération a son origine dans des causes multiples.

» On a beaucoup discuté et beaucoup écrit à leur égard, mais on a eu trop souvent le tort de ne considérer qu'une cause, qu'on a crue unique, dont on s'est servi pour édifier une théorie.

» A l'origine, celle d'une cavité close, formée par l'intervention de corps étrangers venus du dehors ou par les coprolithes, se montra si séduisante qu'elle parut entraîner les convictions. Il faut en retenir aujourd'hui que, si la cavité close n'est pas nécessaire, des corps étrangers engagés dans l'appendice ou formés comme les coprolithes dans son intérieur, peuvent irriter la muqueuse, y produire une effraction réelle, quelque minime qu'elle soit, modifier ses sécrétions, accroître la virulence des microbes, permettre enfin aux toxines de s'introduire et d'infecter l'appendice.

» Toute irritation intestinale du gros intestin communiquée à l'appendice

peut produire les mêmes effets, et c'est ici que l'alimentation malsaine, indigeste, trop fermentescible, comme la nourriture très animalisée, peut avoir de fâcheux résultats.

» A côté des altérations par entérite, signalons celles par torsion, compression, etc. Mais, récemment, le 12 mars 1901, M. Metchnikoff a introduit un nouvel élément comme cause d'effraction de la paroi; après quelques auteurs qui avaient signalé la présence du tricocéphale, des ascaris, des lombrics dans les appendices extirpés, Metchnikoff examine les matières fécales des sujets atteints d'appendicite, et il y trouve la présence des œufs de vers intestinaux.

» Il en conclut que c'est là un cas fréquent d'appendicite et que les appendicites dites *familiales*, c'est-à-dire héréditaires, ou celles de la grippe, sont le résultat de l'introduction dans le corps des vers de ces nématodes par des eaux impures, des fruits ou des feuilles de végétaux souillés.

» J'ai prié mon préparateur, M. Guillot, de faire des recherches à ce sujet, et il a examiné avec beaucoup d'attention les selles de 128 sujets atteints : 21 d'appendicite, d'autres d'affections sans importance, ne comportant aucun régime alimentaire spécial. En voici les résultats :

» Appendicites, 21 cas : 16 aiguës, dont 1 avec péritonite généralisée et 5 froides. Dans ces 21 cas, on a trouvé 6 fois des œufs de vers, soit : 3 fois des œufs de trichocéphales seuls, 1 fois des œufs de trichocéphales et d'ascaris, 1 fois des œufs d'oxyures et d'ascaris, 1 fois des œufs d'oxyures seuls. Dans la péritonite généralisée, il y avait dans les selles des œufs de trichocéphale en grande quantité.

» Sur les 107 autres cas, on a observé 39 fois la présence d'helminthes : 12 ectopies testiculaires, 5 cas; 2 ruptures de l'urètre, 1 cas; 16 abcès tuberculeux, 3 cas; 14 tuberculoses chirurgicales, 6 cas; 15 fractures, 6 cas; 6 adénites, 2 cas; 2 paralysies infantiles, 1 cas; 8 brûlures, 3 cas; 3 plaies, 2 cas; 3 kystes du cordon, 2 cas; 1 division du voile du palais, 1 cas; 5 rachitismes, 2 cas. Enfin, on n'a rien trouvé, dans 5 autres cas : 1 déviation du nez, 2 morsures, 1 adénophlegmon, 1 sarcome. Les observations positives ont donné : 7 fois l'oxyure; 24 fois l'ascaris et 23 fois le trichocéphale. Il y avait l'oxyure seul, 2 fois; l'ascaris seul, 13 fois; le trichocéphale seul, 6 fois. Les associations ont été les suivantes; oxyure et trichocéphale, 1 fois; oxyure et ascaris, 1 fois; ascaris et trichocéphale, 16 fois.

» Les matières fécales des 128 observations d'enfants de 10 à 13 ans (99 garçons et 29 filles) ont donné en somme 45 fois des œufs d'helminthes.

On ne saurait donc dire, comme Pascal et Nérat, que les helminthes sont chez tous les individus; mais, malgré l'usage d'eau de source et l'emploi des filtres, la proportion de 35 pour 100 n'est que peu inférieure à celle que donnait Davaine, qui pensait que la moitié de Paris hébergeait de semblables hôtes.

» Dans les appendicites, la présence des vers a été de 28 pour 100 seulement; inférieure à celle qu'a observée M. Kirmisson, qui, sur 21 cas, a trouvé 17 fois des œufs de trichocéphale et 1 fois des œufs d'ascarides ([1]).

» L'abondance des parasites chez l'enfant est-elle une cause d'appendicite? Je ne saurais en douter en songeant que ces parasites, qui, d'ailleurs, ont été rencontrés avec les lombrics dans les abcès appendicitaires, peuvent traumatiser la paroi de l'appendice, s'implanter, le trichocéphale au moins, qui est l'hôte le plus habituel du cœur et de l'appendice dans la muqueuse et y déposer les microbes dont leur corps est couvert. Ces vers peuvent amener aussi des congestions et des modifications sécrétoires favorables à l'exaltation de la virulence microbienne. Il ne suffit pas, en effet que les microbes pénètrent dans les parois de l'appendice, il faut qu'ils possèdent des propriétés virulentes.

» Rien ne s'oppose, d'ailleurs, à ce que les accidents ne trouvent, pour se produire, des conditions meilleures lorsqu'une alimentation très azotée, irritante, ou très fermentescible vient agir sur la muqueuse de l'intestin, sur celle de l'appendice en particulier, pour l'irriter, la congestionner et la ramollir.

» Si la constitution anatomique de l'appendice n'a pas changé certainement depuis quelques siècles; il n'en est pas moins un organe fini, à peu près inutile, témoin d'un régime alimentaire que l'homme a modifié. Dans sa contexture trop affaiblie, il a conservé malheureusement un appareil lymphatique très développé, riche en follicules, qui le rend très sensible aux infections. Son implantation à angle droit sur le cæcum, son ouverture étroite rendent difficile la circulation du contenu; il s'engoue aisément, son contenu durcit souvent et vient fermer plus ou moins complètement le canal; il en irrite alors les parois. Tout cela favorise considérablement la pénétration et l'action nocive des microbes.

» Et comme surcroît de conditions défavorables, l'appendice flotte

---

([1]) Nous avons trouvé le trichocéphale dans la proportion de 21 pour 100; Zaïlein, à Bâle, a donné pour cette ville 23,7 pour 100. De même Zaïlein et Heller, de Kiel, ont trouvé comme fréquence de l'ascaride et de l'oxyure les proportions de 19,4 pour 100 pour le premier et 12 pour 100, comparables aux nôtres.

en toute liberté dans le péritoine, qui est l'organe le plus sensible aux infections, parce qu'il est le milieu le plus propice, par ses sécrétions et sa contexture, à la dissémination et à la multiplication des microbes. Ainsi s'explique sans difficulté la fréquence et la gravité de l'appendicite.

» Tant que les phénomènes de l'appendicite restent cantonnés à cet organe et qu'ils n'ont pas entraîné de réaction péritonéale, tant que le péritoine n'est pas atteint, en un mot, on peut recourir à des purgatifs doux, sans crainte croyons-nous, s'il y a une indication tirée de l'état des voies digestives. Mais l'expérience apprend que les purgatifs aggravent souvent singulièrement la maladie dans les appendicites aiguës compliquées de péritonite, même limitée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des rayons X sur de très petites étincelles électriques.* Note de M. R. BLONDLOT.

« Lorsqu'on envoie des rayons X sur les boules d'un micromètre à étincelles, la distance explosive pour un potentiel donné augmente, ou, ce qui revient au même, le potentiel explosif pour une distance donnée des boules diminue. Cette propriété des rayons X a été découverte par M. Swyngedauw, en 1896.

» J'ai constaté une autre action de ces rayons sur l'étincelle, action analogue à la précédente, mais qui en est toutefois distincte. Faisons jaillir l'étincelle entre deux pièces de métal distantes d'une fraction de dixième de millimètre, la différence de potentiel employée étant un peu plus grande qu'il ne faut pour que l'étincelle éclate en l'absence de rayons X. Si alors on envoie ces rayons sur l'intervalle explosif, l'étincelle devient plus éclatante; si l'on supprime les rayons, l'étincelle reprend son aspect primitif.

» Cette expérience peut se faire très simplement de la manière suivante : Une tige de cuivre de 30^{cm} de longueur est coupée en son milieu, les extrémités en regard de la coupure étant limées en forme de pointes mousses. Les deux moitiés de cette tige sont fixées à un support en bois qui permet de régler à volonté la distance des pointes.

» Cet appareil est disposé devant le tube de Crookes, et parallèlement à l'axe de celui-ci. Le tube étant actionné par une bobine d'induction, à chaque rupture du courant inducteur ses deux électrodes agissent par influence sur les deux moitiés de la tige de cuivre, et une petite étincelle jaillit à la coupure. Une lame de plomb étant interposée de façon à inter-

cepter les rayons X, on modifie l'écartement des pointes et la distance du tube jusqu'à ce que l'étincelle, tout en étant extrêmement petite, se produise d'une manière absolument régulière, sans jamais manquer; elle a alors l'aspect d'une petite lueur rougeâtre. On a eu soin d'envelopper le tube de papier noir afin d'obtenir une obscurité complète. Si alors on enlève la lame de plomb, l'étincelle devient instantanément plus éclatante et plus blanche; si l'on replace la lame, l'étincelle reprend son premier aspect; si l'on agite rapidement la lame de plomb, de manière à masquer et démasquer alternativement la coupure, la petite lueur prend un aspect scintillant.

» Je me suis assuré que ces variations de l'étincelle ne sont pas dues à une modification de l'influence électrique par l'interposition de la lame de plomb : pour cela, j'ai répété l'expérience en remplaçant la lame de plomb par une lame d'aluminium de mêmes dimensions, ou même par une lame beaucoup plus grande : je n'ai alors plus constaté aucune variation de l'éclat de l'étincelle. Du reste, avant d'employer l'appareil décrit ci-dessus, je produisais la petite étincelle à l'aide d'une bobine d'induction minuscule, actionnée par le même courant inducteur que celle qui fait fonctionner le tube : l'influence électrostatique des électrodes du tube de Crookes n'était alors pour rien dans la production de l'étincelle, et cependant les effets observés étaient les mêmes.

» Cette action des rayons X sur l'étincelle ne rentre pas dans le phénomène connu de l'accroissement de la distance explosive. Ces deux phénomènes ont toutefois, selon toute vraisemblance, une explication commune : la diminution, par l'action des rayons X, de la résistance que l'air offre au passage de l'électricité. Cette diminution accroît l'éclat de l'étincelle, parce qu'elle accroît la quantité d'énergie mise en jeu à la coupure, toutes choses égales d'ailleurs. Le mot *résistance* n'est pas pris ici dans le sens absolument précis qu'il possède actuellement.

» On conçoit que l'on ne puisse observer le phénomène qui fait l'objet de cette Note qu'en employant des étincelles extrêmement petites; si, en effet, l'étincelle est plus forte, et par conséquent plus chaude, la résistance de l'air est rendue très faible par l'étincelle elle-même, et la diminution que l'action des rayons X peut lui faire subir n'exerce plus qu'un effet inappréciable sur l'éclat de l'étincelle. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Nordenskiöld*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Schiaparelli obtient	42	suffrages
M. Langley »	5	»
M. Agassiz »	4	»

M. **Schiaparelli**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le troisième Volume (première Partie) de « La face de la Terre », l'important Ouvrage de M. *Ed. Suess*, traduit et enrichi de nombreuses Cartes par M. *Emmanuel de Margerie*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations fonctionnelles.* Note de M. **Ivar Fredholm**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans ma Note antérieure [1] j'ai exposé les traits principaux de la théorie de l'équation fonctionnelle

$$A_i\varphi(x) = \varphi(x) + \int_0^1 i(x, y)\varphi(y)\,dy = \psi(x), \tag{1}$$

en supposant que $i(x, y)$ soit fini et intégrable. Dans la présente Note, je vais traiter l'équation (1) dans l'hypothèse que $i(x, y)$ soit telle que $(x-y)^\alpha i(x, y)$ reste fini et intégrable, α étant inférieur à l'unité.

[1] *Comptes rendus*, 27 janvier 1902.

» Formant une transformation A_k avec

$$k(x, y) = i(x, y) - i_2(x, y) + \ldots + (-1)^m i_{m-1}(x, y),$$

où

$$i_r(x, y) = \int_0^1 \cdots \int_0^1 i(x, \tau_1) i(\tau_1, \tau_2) \ldots i(\tau_{r-1}, y) \, d\tau_1 \ldots d\tau_{r-1},$$

on trouve

$$A_k A_i = A_i A_k = A_f$$

où

$$f(x, y) = (-1)^m i_m(x, y).$$

» On démontre sans difficulté que $f(x, y)$ est fini et intégrable dès que

$$m > \frac{1}{1-\alpha}.$$

» Ainsi, toute solution de l'équation (1) satisfait à l'équation

$$A_f \varphi(x) = A_k \psi(x). \tag{2}$$

» Or, $f(x, y)$ et $A_k \psi(x)$ étant finis, on peut appliquer à cette équation les méthodes que j'ai données dans la Note précitée. Comme il peut arriver cependant que l'on trouve des solutions de l'équation (2) qui ne satisfont pas à l'équation (1), il n'est pas sans intérêt que l'on puisse démontrer le théorème :

» *Si l'équation*

$$A_i \varphi(x) = 0$$

n'admet pas d'autre solution que $\varphi(x) = 0$, *l'équation*

$$A_i \varphi(x) = \psi(x)$$

admet toujours une et une seule solution.

» Pour le démontrer, plaçons-nous dans l'hypothèse la plus générale, c'est-à-dire supposons que D_f soit nul et que le mineur d'ordre n soit le premier qui soit différent de zéro. Conservant les mêmes notations que j'ai employées dans la Note précitée, on peut énoncer le résultat

$$A_i \Phi_\lambda(x) = \sum_1^n {}_\mu p_{\lambda\mu} \Phi_\mu(x),$$

où le déterminant des $p_{\lambda\mu}$ est différent de zéro.

» Posant

$$B_i\varphi(x) = \varphi(x) + \int_0^1 i(y, x)\,\varphi(y)\,dy,$$

on a

$$B_i\,\Psi_\lambda(x) = \sum_1^n{}_\mu\, q_{\lambda\mu}\,\Psi_\mu(x),$$

où le déterminant des $q_{\lambda\mu}$ est différent de zéro.

» Il s'ensuit que

$$B_k\Psi_\lambda(x) = 0 \qquad (\lambda = 1, \ldots, n).$$

» Posant maintenant

$$\varphi_0(x) = A_g A_k \psi(x),$$

on a

$$\begin{aligned} A_f\,\varphi_0(x) &= A_f\,A_g A_k \psi(x) = A_g A_k \psi(x) \\ &= A_k\psi(x) - \sum_1^n{}_\lambda f(x, y_\lambda)\int_0^1 \Psi_\lambda(x)\,A_k\,\psi(x)\,dx \\ &= A_k\psi(x) - \sum_0^n{}_\lambda f(x, y_\lambda)\int_0^1 \psi(x)\,B_k\psi_\lambda(x)\,dx = A_k\psi(x). \end{aligned}$$

» Ainsi

$$A_f\varphi_0(x) = A_k\psi(x)$$

ou

$$A_k[A_i\varphi(x) - \psi(x)] = 0.$$

» Par conséquent,

$$A_i\varphi_0(x) = \psi(x) + \sum_1^n{}_\lambda a_\lambda \Phi_\lambda(x).$$

» Or, en se rappelant que le déterminant des $p_{\lambda\mu}$ n'est pas nul, on trouve que l'on peut déterminer les coefficients c_λ de manière que

$$\varphi(x) = \varphi_0(x) + \sum_1^n{}_\lambda c_\lambda \Phi_\lambda(x)$$

satisfasse à l'équation

$$A_i\varphi(x) = \psi(x).$$

» La méthode exposée ci-dessus s'applique aussi à l'équation

$$\begin{aligned} \varphi(x_1, \ldots, x_n) + \int \cdots \int f(x_1, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_n) \\ \times \varphi(y_1, \ldots, y_n)\,dy_1, \ldots, dy_n = \psi(x_1, \ldots, x_n), \end{aligned}$$

si l'on suppose que l'intégration soit étendue à un volume fini et qu'il existe un nombre $\alpha < n$ tel que

$$\left[\sum_{1}^{n}{}_{i}(x_i - y_i)^2\right]^{\frac{\alpha}{2}} f(x_1, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_n)$$

reste inférieur à une quantité finie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des systèmes différentiels complètement intégrables.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. E. Picard.

« Je conserve, dans cette Note, les notations dont je me suis servi dans une Note précédente ayant le même titre.

» I. Si l'on n'a pas r expressions différentielles intégrales d'un système donné complètement intégrable

$$(1) \qquad \begin{cases} \omega_1 \equiv a_1\, dx_1 + \ldots + a_n\, dx_n = 0, \\ \omega_r \equiv l_1\, dx_1 + \ldots + l_n\, dx_n = 0, \end{cases}$$

il se peut néanmoins que l'on puisse obtenir r expressions de cette nature en effectuant sur $\omega_1, \ldots, \omega_r$ une substitution linéaire de forme connue. D'une manière plus précise : soit G un certain groupe linéaire et homogène portant sur $\omega_1, \ldots, \omega_r$; la substitution en question peut s'obtenir en donnant aux paramètres du groupe G certaines valeurs fonctions de $x_1, \ldots, x_n$. Alors la substitution la plus générale de cette forme permettant d'obtenir r expressions différentielles intégrales se déduira d'une substitution particulière suivie d'une substitution du groupe G pour laquelle les paramètres seraient des fonctions arbitraires des intégrales $u_1, \ldots, u_r$ de (1).

» Par exemple, on peut toujours mettre les covariants bilinéaires de $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$ sous la forme suivante :

$$(2) \qquad \omega'_i = \sum_{\lambda,\mu} C_{\lambda\mu i}\,\omega_\lambda\,\omega_\mu + \sum_k \alpha_{ki}\,\omega_k\,\varpi_1 + \ldots + \sum_k \lambda_{ki}\,\omega_k\,\varpi_\rho,$$

où les $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ sont ρ systèmes de constantes, $\varpi_1, \ldots, \varpi_\rho$ étant ρ expressions de Pfaff. Alors, si l'on considère les ρ transformations infinitésimales linéaires et homogènes

$$\sum \alpha_{ki}\,\omega_k \frac{\partial f}{\partial \omega_i}, \quad \ldots, \quad \sum \lambda_{ki}\,\omega_k \frac{\partial f}{\partial \omega_i},$$

le plus petit groupe linéaire et homogène auquel elles appartiennent peut être pris pour le groupe G.

» II. On peut souvent arriver à réduire le groupe G à un de ses sous-groupes par l'un des procédés suivants :

» 1° Si l'on effectue sur les ω_i une substitution linéaire obtenue en remplaçant les paramètres de G par des fonctions quelconques de $x_1, \ldots, x_n$, les formules (2) conservent la même forme, $\varpi_1, \ldots, \varpi_\rho$ étant remplacées par d'autres expressions différentielles. Certaines combinaisons linéaires C à coefficients constants des $C_{\lambda\mu i}$ subissent alors des transformations qui ne dépendent que des paramètres de G (et non de leurs dérivées partielles); ces combinaisons linéaires sont d'ailleurs connues immédiatement dès qu'on connaît les transformations infinitésimales de G. Le groupe isomorphe à G qui transforme les quantités C peut admettre des invariants : *ce sont alors des intégrales du système donné;* on peut aussi profiter de l'indétermination des paramètres pour donner à certaines de ces quantités des valeurs constantes. *On arrive ainsi à réduire le groupe* G *à l'un de ses sous-groupes* G_1, sur lequel on peut répéter les mêmes opérations s'il y a lieu.

» 2° La connaissance d'une intégrale particulière U du système donné (1) conduit à des résultats analogues; il suffit d'exprimer dU en fonction linéaire de $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$ et de raisonner sur les coefficients obtenus comme on a raisonné tout à l'heure sur les quantités C.

» 3° Il en est de même de la connaissance d'une transformation infinitésimale Xf admise par le système donné; il suffit de raisonner sur les r quantités

$$(X, \omega_1), \quad (X, \omega_2), \quad \ldots, \quad (X, \omega_r)$$

définies dans ma première Note et qui subissent entre elles les transformations du groupe G.

» On pourra toujours appliquer l'un de ces trois procédés jusqu'à ce qu'on n'obtienne plus d'intégrale nouvelle et qu'on ne puisse plus réduire le groupe G.

» III. Lorsque le groupe final G ne se réduit pas à la substitution identique, on peut suivre pour l'intégration deux voies bien distinctes :

» 1° On peut chercher une intégrale particulière du système; la méthode exposée plus haut (II, 2°) réduit le groupe G et peut même donner des intégrales nouvelles : c'est à cet ordre d'idées que se rattache la théorie du *dernier multiplicateur* de Jacobi, lorsque G est le groupe linéaire et homogène spécial à r variables.

» 2° On peut chercher une des substitutions particulières qui conduisent de $\omega_1, \ldots, \omega_r$ à r expressions différentielles intégrales. Pour certaines formes particulières du groupe G, cette méthode conduit à des résultats très simples.

» Il y aurait ainsi, pour chaque groupe G, une théorie d'intégration à établir.

» IV. Comme application, je signalerai la théorie des systèmes d'équations aux dérivées partielles admettant des caractéristiques dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires. Ces systèmes se ramènent à des systèmes d'équations de Pfaff non complètement intégrables

$$\omega_1 = \omega_2 = \ldots = \omega_h = 0; \tag{3}$$

le système différentiel des caractéristiques comprend les équations (3) et, pour ce système, le *groupe* G *échange entre elles* $\omega_1, \ldots, \omega_h$.

» En particulier, dans le cas d'une seule équation de Pfaff (non complètement intégrable), la connaissance de deux intégrales particulières du système caractéristique et d'une transformation infinitésimale laissant l'équation invariante conduit à une nouvelle intégrale : c'est celle que fournit le théorème de Poisson.

» Comme résultats nouveaux, je citerai les suivants qui se rapportent à un système en involution de deux équations aux dérivées partielles du second ordre à une fonction inconnue de deux variables indépendantes. *Si l'on connaît une intégrale particulière du système caractéristique, en général l'intégration s'achève par des différentiations.* Si, sans connaître aucune intégrale, on connaît un groupe à deux paramètres laissant le système invariant, les caractéristiques s'obtiennent *sans intégration* si le groupe n'a pas ses transformations toutes échangeables entre elles; elles s'obtiennent, en général, par des quadratures et, dans le cas le plus défavorable, par une équation de Riccatti, si le groupe a ses transformations échangeables entre elles. »

MÉCANIQUE. — *Sur les moteurs à injection.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Sarrau.

« Les considérations exposées dans ma précédente Note *Sur les moteurs à combustion* s'étendent aisément aux moteurs basés sur l'injection progressive du combustible dans la chambre de combustion. Prenons pour

exemple le moteur Diesel : le cylindre, au début de la course, renferme de l'air pur, porté par compression adiabatique à une température élevée; à mesure que le piston se déplace, on refoule dans l'enceinte du pétrole pris à la température ambiante T_0. J'admets que le refoulement est fait par filets assez minces pour assurer la combustion immédiate.

» Appelons U_0 l'énergie du système mixte constitué, avant la compression, par le poids m de pétrole liquide qui va être injecté pendant la course, et par le poids $1-m$ d'air contenu dans le cylindre. Ce système est à la pression atmosphérique p_0 et à la température T_0. A la fin de la détente, au moment où commence l'échappement, l'ensemble constitue une masse unique de poids égal à l'unité, formée d'un mélange d'air et de pétrole brûlé, possédant la température T_1 et l'énergie W_1. Si l'on néglige le petit travail nécessaire pour refouler le pétrole dans le cylindre, on voit, comme précédemment, que le travail utile est $\mathfrak{T} = E(U_0 - W_1) + p_0(V_0 - V_1)$.

» L'expression du rendement dépend, ici encore, de la façon dont on entend évaluer la chaleur Q dégagée par la combustion. S'il s'agit de la combustion du pétrole liquide, effectuée à volume constant à la température T_0, et si W_0 désigne l'énergie du mélange après cette combustion, on a $Q = U_0 - W_0$ et la formule (1) de ma précédente Note demeure applicable. On doit seulement faire attention que U_0 est ici l'énergie du système comprenant le poids m de pétrole liquide, tandis que précédemment c'était l'énergie du mélange formé par l'air et par le combustible gazéifié. Si la chaleur Q est supposée dégagée à une température autre que T_0, il faut avoir recours à la formule plus générale (2).

» Il est intéressant de rechercher si, comme l'a prétendu M. Diesel, l'injection progressive de pétrole, calculée de manière à réaliser une combustion isothermique, donne, toutes choses égales d'ailleurs, un rendement plus avantageux que l'explosion. Pour résoudre cette question, imaginons qu'on commence par brûler progressivement dans le cylindre une partie du pétrole, de manière à obtenir, sous le volume V et à la température T, l'énergie J. Si, à ce moment, le surplus est brûlé instantanément, le volume ne change pas, non plus que l'énergie; la température croît de T à T'. Poursuivons ensuite la course par détente adiabatique et admettons que les produits suivent alors la loi de détente des gaz parfaits : $T' = hV^{1-\gamma}$, dans laquelle h est une constante. La température finale sera $hV_1^{1-\gamma}$ et, comme le volume V_1, correspondant au début de l'échappement, a une valeur donnée, le rendement sera d'autant meilleur que h sera plus petit. Supposons maintenant que, avant de produire l'explosion, on

laisse continuer un instant la combustion progressive. Si $p\,dv$ est le supplément de travail ainsi produit, on a $dJ + \mathrm{A}p\,dv = 0$. L'explosion donne ensuite une température $\mathrm{T}' + d\mathrm{T}'$, sans faire varier l'énergie qui conserve la valeur $\mathrm{J} + d\mathrm{J}$. On a donc, en appelant c' la chaleur spécifique à volume constant du mélange totalement brûlé : $d\mathrm{J} = c'\,d\mathrm{T}'$, d'où $c'\,d\mathrm{T}' + \mathrm{A}p\,dv = 0$. D'ailleurs $\frac{dh}{h} = \frac{d\mathrm{T}'}{\mathrm{T}'} + (\gamma - 1)\frac{dv}{v}$. En combinant ces équations et en tenant compte de la relation $p'v = \frac{c'(\gamma - 1)}{\mathrm{A}}\mathrm{T}'$, on trouve

$$\frac{dh}{h} = \frac{\mathrm{A}\,dv}{c'\mathrm{T}'}(p' - p).$$

» $p' - p$ est l'augmentation de pression due à l'explosion à volume constant. On voit que dh a le signe de dv, c'est-à-dire que, en retardant l'explosion finale, on augmente h et, par conséquent, on diminue le rendement.

» Il est clair, d'après cela, que, pour obtenir le plus grand rendement possible, on doit produire l'explosion dès le début de la course.

» Ceci suppose, bien entendu, que la compression est dans tous les cas la même; le principal avantage de la combustion progressive consiste à permettre d'augmenter cette compression sans dépasser à un instant quelconque la pression limite compatible avec la résistance du cylindre. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur récupérable.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le 10 septembre 1900, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note relative aux premiers résultats de recherches entreprises dans le but d'arriver à la liquéfaction économique de l'air atmosphérique. Je rappelais, dans cette Note, que si l'on pouvait substituer à la détente genre Linde, dite sans travail extérieur et employée exclusivement jusque-là, une détente avec travail extérieur *récupérable*, détente effectuée par exemple dans une machine à tiroir et piston, on arriverait sans doute à améliorer beaucoup le rendement des appareils liquéfacteurs.

» Je signalais, à ce propos, qu'en dépit de nombreuses tentatives infructueuses, il me paraissait possible de réaliser un moteur détendeur fonctionnant dans ces conditions extrêmes de température, grâce à certains artifices destinés à assurer le graissage dans la période de refroidissement initial et

grâce ensuite aux propriétés lubrifiantes de l'air liquide lui-même; j'indiquais qu'effectivement un moteur de ce genre, après refroidissement progressif, grâce aux artifices ci-dessus indiqués, avait pu fonctionner à différentes reprises pendant plusieurs heures à la température de -170°, absolument sans bruit et sans grippements, sous l'influence évidente de l'air liquide formé en buée à la fin de chaque détente.

» Toutefois, l'imperfection de mes appareils ne m'avait pas encore permis d'en extraire la moindre quantité d'air liquide.

» Depuis cette époque, j'ai continué mes essais : après avoir eu à surmonter une longue série de difficultés pratiques, au cours desquelles les encouragements de MM. Potier et d'Arsonval m'ont été bien précieux, j'ai aujourd'hui la grande satisfaction d'annoncer à l'Académie l'entière réalisation de mes prévisions.

» Les principaux de mes perfectionnements ont consisté d'abord dans une modification complète de l'échangeur, dont la surface d'échange a été portée de $7^{m^2},5$ à 30^{m^2}, puis dans une modification des surfaces frottantes au tiroir de la machine, telles qu'il est possible aujourd'hui de marcher à 45^{atm}, sans aucun grippement, avec tiroir non équilibré; enfin, dans divers artifices que je me propose de signaler ultérieurement.

» Le résultat de ces perfectionnements a été tel que ma machine, fonctionnant sous une pression de 28^{atm} à 30^{atm}, avec un indice d'admission de $\frac{1}{5}$ et à une vitesse de 230 tours par minute, développe une puissance utile d'environ 6 à 7 chevaux, absorbés dans une dynamo, et fournit environ 20^{l} à l'heure d'air liquide, pour une puissance *réelle* aux compresseurs légèrement supérieure à 30 chevaux. Il convient d'observer que le travail récupérable est actuellement perdu sans profit et qu'il y aurait lieu, en pratique, de le défalquer de celui qui est nécessaire aux compresseurs; cela ramène à 25 chevaux environ la puissance effective réelle correspondant à la production de 20^{l} à l'heure, soit près de 1^{l} par cheval et par heure.

» J'ai l'espoir que ces résultats seront très notablement améliorés encore, en poussant plus loin la détente; en opérant avec des machines plus puissantes, pour lesquelles l'influence relative des rentrées de chaleur et des frottements internes sera atténuée; en améliorant encore les échangeurs, le mien perdant actuellement 15 pour 100 du froid produit; enfin, en réfrigérant au préalable l'air à traiter, par un procédé semblable à celui qui donne dans les appareils Linde de si bons résultats.

» Tel quel, le rendement de ma première machine, nécessairement im-

parfaite et encore mal réglée, est presque double de celui des meilleurs appareils existants, et ce, sous des pressions de fonctionnement bien moins élevées et susceptibles d'être beaucoup réduites encore [1]. »

Remarques au sujet de la Note de M. G. Claude; par M. d'Arsonval.

« En présentant la Note de M. G. Claude, je tiens à dire à l'Académie qu'ayant suivi de près toutes les expériences je puis me porter garant des chiffres donnés par l'auteur, tant pour la production d'air liquide que pour l'air sous pression consommé.

» Il y a des réserves à faire sur le rendement lorsqu'on marchera avec un compresseur directement attelé sur la machine à vapeur et sur l'appareil d'utilisation.

» Quoi qu'il en soit, M. Claude a eu le mérite de mener à bien un dispositif qui avait échoué jusqu'ici entre des mains très expérimentées : une première fois essayé sans succès par William Siemens (1857); une seconde fois par M. Solvay en 1895, comme en fait mention la Communication faite en son nom à l'Académie par notre confrère Cailletet. M. Solvay disait dans sa Note : « Le maximum d'abaissement de température auquel je » réussis à arriver ainsi fut de —95°, les causes de déperdition du froid » produit l'emportant ensuite sur la puissance de production ».

» Enfin, un homme dont personne ne contestera la haute compétence dans cette question, M. Linde, disait, dans le *Génie civil*, il y a quelques années : « La réalisation de ce procédé (indiscutable en théorie) est » contestable en pratique pour les raisons suivantes : Supposons que ce » procédé soit appliqué à l'air atmosphérique, jusqu'à la température qui » doit être atteinte pour la liquéfaction; à ce moment, on a en présence » tous les corps étrangers mélangés à l'air, tels que l'eau, l'acide carbo- » nique, etc., ainsi que tous les restes de matière lubrifiante employée à

---

(1) J'ai déjà dit toute la reconnaissance dont je suis redevable à MM. d'Arsonval et Potier, pour les encouragements et les conseils qu'ils m'ont prodigués; j'ai encore le devoir de témoigner toute ma gratitude envers la Compagnie des Omnibus, aux usines de laquelle j'ai effectué ces essais, tant pour l'aimable accueil que j'ai trouvé auprès de ses dirigeants que pour le concours dévoué qui m'a été apporté par son personnel de l'usine de « Puébla ». J'ai également à cœur de ne pas oublier dans l'expression de cette gratitude M. Wettiner, ingénieur, qui a été pour moi, en toutes circonstances, un collaborateur précieux.

» l'état solide. Dans ces conditions, le fonctionnement d'un cylindre d'ex-
» pansion avec ses organes de distribution devient presque impossible à
» réaliser. Tous ceux qui ont travaillé avec ces basses températures
» savent combien la manipulation d'un simple robinet présente déjà de
» difficultés. En outre, il serait très difficile, pour ne pas dire impossible,
» de protéger comme il convient, pour ces basses températures, le cylindre
» d'expansion et son mécanisme contre l'action de la chaleur extérieure.
» *On ne pourra donc pas du tout atteindre ces températures avec un pareil*
» *dispositif* ».

» Malgré les échecs de W. Siemens et de Solvay, malgré les paroles si sages de Linde, après avoir été témoin des premiers résultats de M. Claude il y a 2 ans, je n'ai pas hésité à l'encourager à persister dans cette voie. Le résultat a montré, une fois de plus, que la théorie a toujours raison lorsqu'elle sait tenir compte des propriétés de la matière que l'expérience seule nous apprend à connaître.

» J'ajouterai que le dispositif employé par M. Claude pour la liquéfaction de l'air atmosphérique nous permettra d'aborder, avec la même facilité, la liquéfaction de l'hydrogène, appelée à rendre tant de services dans les recherches scientifiques. »

M. **L. Cailletet**, à la suite de la Communication de M. d'Arsonval, rappelle à l'Académie qu'il a eu l'honneur de l'entretenir déjà d'expériences qu'il poursuit en ce moment avec M. M. Leblanc, dans le but d'obtenir la liquéfaction industrielle de l'air.

L'air, préalablement comprimé vers 12^{atm} ou 15^{atm}, est *lancé* dans une turbine à grande vitesse, où il se liquéfie en se *détendant*.

L'emploi de la turbine présente de nombreux avantages et permet de supprimer les huiles de graissage qui, en se congelant, apportent de sérieuses difficultés au fonctionnement des machines à basses températures.

PHYSIQUE. — *Précautions à prendre en radiographie avec les bobines de Ruhmkorff.* Note de MM. **Infroit** et **Gaiffe**, présentée par M. d'Arsonval.

« En comparant les radiographies obtenues avec les bobines et les machines statiques, nous nous sommes aperçus que les dernières étaient

toujours très nettes, tandis que les premières étaient souvent légèrement floues. Comme, au moment de l'emploi des bobines, on avait toujours pris la précaution de supprimer le phénomène oscillatoire dans les tubes, par l'emploi d'une soupape de Villard, il fallait chercher une autre cause à ce manque de netteté. Nous croyons que ce défaut est dû à l'action du champ magnétique du faisceau de la bobine sur le flux cathodique de l'ampoule; et en effet, si l'on approche un tube de la bobine qui sert à l'actionner, on voit que le foyer sur l'anode se déplace, s'étale en forme de ligne lumineuse : dans les conditions les plus avantageuses pour la révélation du phénomène, c'est-à-dire lorsqu'on met l'ampoule dans le prolongement et très près du faisceau, la tache lumineuse atteint jusqu'à 5^{mm} de longueur, et le flux cathodique est dévié de telle sorte que très souvent il passe à côté de l'anode.

» Ce déplacement, visible dans les conditions que nous venons de spécifier, existe évidemment tant que l'on n'a pas soustrait le tube à l'action du champ magnétique, et, si peu qu'il se produise, il doit donner du flou aux images.

» Nous pensons donc qu'il y a intérêt, lorsqu'on cherche à obtenir des épreuves radiographiques en se servant de la bobine comme source, à mettre le tube à une distance suffisante pour que le flux cathodique ne soit plus dévié. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action de la self-induction dans la partie extrême ultraviolette des spectres d'étincelles*. Note de M. **Eugène Néculcéa**, présentée par M. G. Lippmann.

« Nous avons indiqué, dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 23 juin 1902), les principes théoriques qui nous ont conduit à l'établissement d'un spectrographe en quartz qui permette d'obtenir, au moyen d'un seul prisme en quartz de 60° (système Cornu), malgré la très faible dispersion du quartz, une dispersion apparente plus forte que celle offerte par un réseau (spectre du premier ordre) et une mise au point absolument irréprochable. Nous nous proposons de donner un aperçu de ce calcul, dans un Mémoire plus étendu.

» En ce qui concerne la *partie électrique* de notre dispositif expérimental, nous avons eu l'occasion d'en dire quelques mots. Ajoutons encore que les

coefficients de self-induction de la bobine employée avec les métaux dont nous indiquerons ci-dessous la variation et le caractère de leurs raies les plus importantes se distribuent comme il suit [1] :

Self-induction des	2	premières	couches.....	$L_2 = 0,000602$ H
»	4	»	»	$L_4 = 0,00286$
»	6	»	»	$L_6 = 0,00689$
»	8	»	»	$L_8 = 0,01385$
»	10	»	»	$L_{10} = 0,02543$
»	12	»	»	$L_{12} = 0,04191$

» Ces valeurs sont approximatives (*calculées*); la *mesure* en sera faite dès que le temps nous le permettra.

» La capacité du condensateur plan réglable à volonté (14 plaques de verre isolant de $10^{cm} \times 10^{cm}$ à $60^{cm} \times 60^{cm}$) sera également *mesurée*, car le calcul ne saurait en donner une valeur suffisamment approchée.

» Nous avons déjà étudié les éléments suivants : le *cadmium*, le *zinc*, le *plomb*, l'*étain*, le *bismuth*, l'*arsenic*, l'*antimoine*, le *fer*, le *nickel*, le *cobalt*, le *manganèse*, le *chrome*, le *molybdène*, le *thallium*, le *lithium*, le *titane*, l'*argent*, le *cuivre*, le *tellure*, le *platine*, l'*iridium*, le *palladium*, l'*or*, le *carbone*, le *silicium*, l'*osmium*, le *mercure*, etc.

Plomb (plaque n° 147).

» Temps de pose, 8 minutes pour chaque spectre; surface du condensateur $= 5000^{cm^2}$. Coupure dans le secondaire (à la suite du condensateur) de 2^{mm}. Longueur de l'étincelle $= 2^{mm}$. L'étincelle ordinaire condensée est blanc bleuâtre; avec la moindre self, elle devient violette.

» Dans la région $\lambda = 2700$ à $\lambda = 2000$, le plomb possède beaucoup de raies diffuses et nébuleuses. Nous avons remarqué que les raies diffuses et nébuleuses disparaissent *en général* avec une faible self [2], mais, dans le cas du plomb, cela n'arrive pas pour

---

(1) Nous avons employé d'autres bobines de self plus petites que la précédente, mais nous n'en donnerons pas les constantes dans la présente Communication, puisqu'elles n'ont pas été utilisées pour les spectres dont l'énumération est comprise dans cette Note.

(2) C'est à cause de cette action assez marquée de la self-induction que nous nous permettrons de conseiller aux spectroscopistes de ne pas employer des hélices de fil (boudins de fil) pour les connexions nécessaires dans le montage des dispositifs électriques, car très souvent les raies les plus fortes et les plus caractéristiques d'un métal disparaissent avec la self. Et il en est de même des spectres des minéraux, comme M. de Gramont l'a constaté dans une de ses dernières Communications à l'Académie.

toutes les raies nébuleuses; il n'y a, en effet, qu'une seule raie nébuleuse et *forte* qui disparaît avec une très faible self-induction ($0^{H},000602$). Les autres raies présentent des caractères assez intéressants (car elles présentent des minima d'intensité pour une self donnée) que nous résumerons comme il suit :

La raie $\lambda = 2663,27$	légèrement nébuleuse, devient nette et fine avec la self sans diminuer beaucoup; présente un minimum pour $L_{10} = 0^{H},02543$.
2650,71	très nébuleuse, diminue assez vite pour disparaître avec $L_{8} = 0^{H},01385$ *sans devenir fine.*
2637,5	nébuleuse, disparaît avec *très faible* self ($0^{H},000602$).
2628,3	diminue graduellement et présente un minimum pour $0^{H},02543$.
2614,26	très nébuleuse dans l'étincelle condensée, devient fine dans l'étincelle oscill. et ne disparaît pas avec L_{12}.
2577,35	nébuleuse vers le rouge, diminue graduellement avec selfs croissantes et présente un minimum pour L_{10}.
2568,0	disparaît avec très faible self L_{2} ($0^{H},000602$).
2562,27	*très forte et diffuse,* dispar. avec très faible self L_{2} ($0^{H},000602$).
2496,0	bande disparaissant avec L_{2}.
2476,49	diminue graduellement d'intensité et passe par un minimum pour $L_{10} = 0^{H},02543$.
2446,34 ⎫ 2443,94 ⎭	ce doublet diminue graduellement d'intensité avec les selfs croissantes, mais sans disparaître avec $L_{12} = 0^{H},04191$.
2428,78	diminue très vite d'intensité pour disparaître avec L_{4} ($0^{H},00286$).
2411,82	diminue *très vite* d'intensité et avec L_{12} est presque invisible.
2402,06	diminue graduellement avec des selfs croissantes.
2400,0	diminue très vite et disparaît avec L_{4} ($0^{H},00286$).
2393,93	diminue beaucoup d'intensité et devient très faible et fine avec la self maxima L_{12} ($0^{H},04191$).
2332,5	diminue très vite et disparaît avec L_{4} ($0^{H},00286$).
2247,0	diminue graduellement et disparaît avec L_{10} ($0^{H},02543$).
2237,5	diminue graduellement et disparaît avec L_{4} ($0^{H},00286$).
2203	très *diffuse* et assez intense; devient *fine* avec selfs croissantes.
2169	faible; disparaît avec L_{4} ($0^{H},00286$) et même avec L_{2} ($0^{H},000602$).

» En résumé, avec une étincelle oscillante ($L_{12} = 0^{H},0491$) il ne reste plus, dans la partie extrême ultra-violette du spectre du plomb, que les raies suivantes :

2663,27; 2614,26; 2577,35; 2476,49; {2446,34 / 2443,94}; 2402,06; 2393,93 et 2203.

» Toutes ces raies sont très fines et peu intenses.

ZINC.

» Même surface de condensateur que pour le Pb. L'étincelle est assez mauvaise avec la self-induction. Coupure de 2^{mm} dans le secondaire. Les raies caractéristiques $\lambda = 2558$ et $\lambda = 2502$ faiblissent d'une manière continue avec des selfs croissantes et deviennent fines et nettes avec la self maxima $L_{12} = 0^{H},04191$, mais sans dispa-

raître. Les raies 2138 et 2102 sont à peine visibles avec cette dernière self. Quant aux autres raies, elles disparaissent toutes avec $L_{10} = 0^{H},02543$.

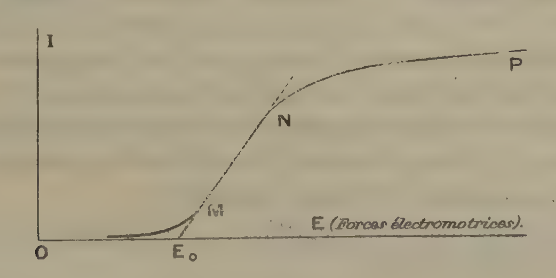
» Avec L_{12} on ne voit donc plus sur la plaque photographique que les raies 2558, 2502, 2138 et 2102; ces deux dernières étant très affaiblies. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la vitesse des ions d'une flamme salée.* Note de M. **Georges Moreau**, présentée par M. Mascart.

« La conductibilité d'une flamme chargée d'un sel alcalin est, d'après Arrhénius, de nature électrolytique. La méthode suivante permet de séparer chaque ion de la flamme, d'en étudier les propriétés et de déterminer en particulier la *mobilité* K ou vitesse constante dans un champ électrique unité :

» Deux flammes identiques, dont l'une salée par vaporisation d'une solution alcaline de concentration connue, se frôlent à partir de leur demi-hauteur. Parallèlement à leur surface de contact se trouve, dans la flamme pure, le plateau A d'un petit condensateur en platine, dont l'autre B est dans la flamme salée. On les charge à une différence du potentiel croissante, et l'on note au galvanomètre le courant I produit.

» La courbe de conductibilité corrigée de l'eau pure est représentée par la figure ci-dessous :



» C'est la courbe de conductibilité d'un gaz ionisé déplacée parallèlement à OE, d'une longueur OE_0. Son interprétation est aisée dans l'hypothèse d'une mobilité K définie pour chaque ion. Si le plateau A de la flamme pure est chargé positivement, les ions négatifs de la flamme salée sont attirés dans la flamme pure et filtrent à travers elle. Chacun d'eux est animé de la vitesse verticale v des gaz de la flamme et de la vitesse horizontale KX due au champ X du condensateur et, si cette vitesse est assez faible, tous les ions n'atteindront pas A. Un calcul élémentaire donne pour

l'intensité du courant

$$(1) \qquad I = neSK(X - X_0), \quad \text{avec} \quad X_0 = \frac{vd}{Kh},$$

où S et h sont les surface et hauteur de A; d sa distance à la surface de contact des flammes; e la charge d'un ion négatif et n un nombre proportionnel à la densité des ions négatifs de la flamme salée.

» L'équation (1) est celle de la droite MN : l'abscisse à l'origine OE_0 donne le potentiel E_0 du champ X_0. On a

$$(2) \qquad \frac{E_0}{L} = \frac{vd}{Kh},$$

L distance des plateaux du condensateur.

» La partie NP de la courbe s'explique, car le courant atteint une valeur maximum si tous les ions négatifs de la flamme salée sont lancés dans la flamme pure; le tronçon OM, à très faibles ordonnées, doit être attribué à la diffusion irrégulière de part et d'autre du champ.

» L'équation (2) fournit K, si l'on connaît v. Je détermine la vitesse v d'entraînement de la flamme par l'observation de la déviation produite par la flamme sur un courant d'air de vitesse connue, lancé horizontalement dans ladite flamme. La formule (2) suppose le champ du condensateur uniforme. A vrai dire, ce n'est pas rigoureux, car, pendant que les ions négatifs filtrent à travers la flamme pure, les ions positifs s'accumulent autour de l'électrode négative : la densité électrique n'est donc pas nulle entre les plateaux. On peut cependant la négliger, ainsi que l'inflexion des lignes de force au voisinage des bords, car, pour des *positions différentes de* A *vis-à-vis de* B, on observe *la même valeur de* K.

» *Résultats relatifs aux ions négatifs.* — Les grandeurs nécessaires au calcul de la formule (2) sont :

$$v = 70\frac{\text{cm}}{\text{sec}}, \quad h = 1^{\text{cm}},1, \quad d = 2^{\text{cm}},2, \quad L = 3^{\text{cm}},2.$$

» Les flammes sont réglées de façon à être identiques, avec même hauteur des cônes bleus. Les plateaux du condensateur sont portés au rouge brillant, 1650° environ. Les concentrations des solutions injectées sont exprimées en molécule M, par litre d'eau. La pression de la trompe est 62^{cm} d'eau.

Sels de potassium (E_0 en volts).

Concentration.	M.	$\frac{M}{4}$.	$\frac{M}{16}$.	$\frac{M}{64}$.	$\frac{M}{256}$.
KCl.....		0,59	0,445	0,38	0,35
KOH....	0,68	0,54	0,445	0,37	
$KAzO^3$..		0,56	0,46	0,367	0,33
$\frac{1}{2}(K^2SO^4)$.	0,68	0,576	0,45	0,39	0,327
E_0 moyen.	0,68	0,57	0,45	0,38	0,34
K moyen.	660	785	995	1180	1320

Sels de sodium (E_0).

Concentration.	M.	$\frac{M}{4}$.	$\frac{M}{16}$.
NaCl.....	0,55	0,42	0,32
NaOH....	0,57	0,44	0,38
$NaAzO^3$...	0,56	0,43	0,36
$\frac{1}{2}(Na^2SO^4)$.	0,55	0,44	0,33
E_0 moyen..	0,56	0,43	0,35
K moyen..	800	1040	1280

» K est exprimé en centimètres par seconde pour une chute de 1 volt par centimètre.

» Les nombres précédents établissent que la mobilité de l'ion négatif pour une concentration donnée est indépendante du radical anionique qui doit le fournir d'après la théorie ordinaire de l'électrolyse. Pour chaque groupe de sels, elle diminue notablement quand la concentration croît à température constante. Pour les concentrations très faibles, elle tend vers la même valeur limite pour les sels de K et de Na.

» Ces résultats montrent nettement l'existence d'un ion négatif unique pour tous les sels alcalins. Sa mobilité est fonction de sa concentration. Suivant Arrhénius, ce serait l'ion OH, dû à l'hydrolyse des sels vaporisés. Je crois devoir faire des réserves sur cette hypothèse, car elle ne concorde pas avec mes observations sur les ions positifs que j'indiquerai prochainement. »

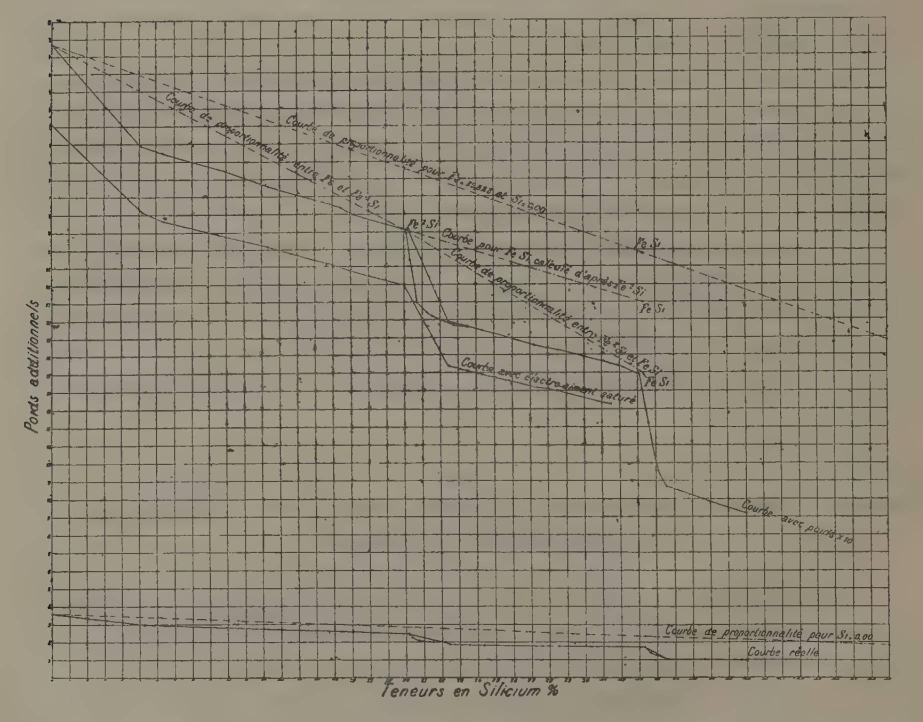
CHIMIE. — *Sur le magnétisme des ferro-siliciums*. Note de M. **Ad. Jouve**, présentée par M. Amagat.

« Comme suite à de nombreuses expériences sur les ferro-siliciums, nous avons été amené à étudier l'électromagnétisme de ces alliages. Les premiers résultats nous paraissent quelque peu intéressants.

» En principe, nous avons ramené à deux pesées la mesure de l'influence attractive d'un électro-aimant parcouru par un courant produisant un magnétisme constant, sur une masse constante (25^g) de ferro-alliage. Ce dernier était finement pulvérisé pour le rendre homogène, et contenu dans une petite boîte permettant d'opérer sur un corps de forme géométrique invariable. L'influence de l'enveloppe était préalablement mesurée, car elle n'était pas nulle.

» Nous avons fait un grand nombre de mesures, dans des conditions variées quant à la valeur du courant; les résultats sont concordants, et, afin de les rendre plus comparables, nous les avons traduits en une courbe. On porte en Ox les richesses en silicium de l'alliage et directement en Oy les poids qu'il est nécessaire d'ajouter pour équilibrer l'influence de l'électro-aimant. Dans un des cas, nous avons multiplié par 10 ces poids, afin de rendre les variations de la courbe plus sensibles.

» Comme on le remarque à première vue, ces courbes présentent deux chutes brusques dans leur continuité, aux environs de 20 pour 100 de silicium, ainsi que de 33 pour 100. Entre ces deux points, c'est-à-dire



entre 5 et 20 pour 100 et entre 20 et 36 pour 100, la courbe est sensiblement une droite, c'est-à-dire que, en dehors de ces deux points 20 et 33, l'influence d'un électro-aimant sur ces alliages est proportionnelle à leur richesse en silicium.

» Or ces deux points d'inflexion correspondent aux deux composés définis du silicium avec le fer, Fe^2Si et $FeSi$. Donc, pour ces alliages, l'exis-

tence d'un composé défini se traduit sur la courbe représentative par une brusque diminution de la valeur de cette courbe ; on est donc en droit de conclure à la non-existence, entre 5 et 36,6 pour 100 de silicium, d'autres composés que Fe^2Si et $FeSi$.

» En dehors de ces résultats, nous avons pu déduire de nos expériences un mode rapide de dosage du silicium : on pèse 25^g d'alliage et l'on équilibre sous un flux magnétique ; on obtient un poids p. D'autre part, on prend le même poids d'alliage à teneur connue R et on l'équilibre dans les mêmes conditions ; on a un poids p'. On cherche sur la courbe ci-dessus le poids P indiqué pour la teneur R. On fait le rapport $\frac{P'}{p'}$ et, si l'on appelle p'' la valeur attractive de l'alliage inconnu pour la courbe ci-dessus, on a

$$\frac{P}{p'} = \frac{p''}{p};$$

on déduit de là p''. On cherche sur la courbe la richesse en silicium correspondant à cette valeur p'' et qui est celle de l'alliage à teneur inconnue.

» Nous nous proposons de poursuivre ces études au delà de 36 pour 100, ainsi qu'au point de vue du carbone. »

ACOUSTIQUE. — *Centre de gravité des accords binaires.* Note de M. A. GUILLEMIN, présentée par M. J. Violle.

« Malgré le nombre énorme de travaux qui ont été publiés sur les accords binaires, sur les intervalles consonants représentés un peu arbitrairement par la fraction $\frac{m}{n}$ (m et n étant des nombres simples), sur les *battements* ou *coups* qu'ils produisent, sur les *sons résultants* qu'ils engendrent, sur leur *consonance* ou *dissonance* comparative, les résultats obtenus restent épars.

» La dissonance, caractérisée par le nombre des battements (1), dépend, en effet, de plusieurs variables indépendantes qui sont :

» 1° Les petits nombres entiers m et n $\left(\text{ou leur rapport } \frac{m}{n}\right)$;

» 2° La hauteur H de l'accord $\frac{P}{Q} \gtrless \frac{m}{n}$;

(1) HELMHOLTZ, *Théorie physiologique de la Musique*, p. 232.

» 3° Le degré de fausseté a (en millisavarts) de cet accord.

» Or, toutes nos connaissances actuelles sont résumées dans la formule

$$(\alpha) \qquad B = \pm (nP - mQ)$$

qui donne le nombre de battements B produits par l'accord $\frac{m}{n}$ quand les nombres de vibrations des deux notes constituant l'accord altéré sont P et Q; et l'on voit que les quantités H, a et $f(m, n)$ ne sont pas explicitement représentées par la formule (α).

» Néanmoins, on peut énoncer deux lois :

» I. *Loi des hauteurs.* — Les quantités a, m et n restant constantes, le nombre des battements varie proportionnellement à la *hauteur de l'accord.*

» II. *Loi des écarts.* — Les quantités H, m et n restant constantes, B varie proportionnellement à a. Cette loi peut être établie grâce à une propriété précédemment démontrée de notre millisavart [1] et se traduisant par la formule

$$(\beta) \qquad a^{\sigma} = 1000 \log \frac{\Delta + \frac{a}{2}}{\Delta - \frac{a}{2}}.$$

On aura la valeur en σ d'une fraction numérique $\frac{x}{y}$ en posant l'identité

$$\frac{x}{y} = \frac{\Delta + \frac{x-y}{x+y}\Delta}{\Delta - \frac{x-y}{x+y}\Delta}$$

et remarquant que, en vertu de (β), la seconde fraction vaut un nombre de σ égal à $2\Delta\frac{x-y}{x+y}$.

» Ainsi, la fraction qui représente le degré de fausseté de l'accord $\frac{P}{Q} > \frac{m}{n}$, et qui est $\frac{P}{Q}\frac{m}{n} = \frac{nP}{mQ}$, vaut en millisavarts

$$(\gamma) \qquad a = 2\Delta\frac{nP - mQ}{nP + mQ} = 2\Delta\frac{B}{nP + mQ},$$

ce qui démontre que B varie proportionnellement à a, et proportionnellement aussi à la *somme* $nP + mQ$, comme la formule (α) le fait égal à la différence $nP - mQ$.

---

[1] Voir les *Comptes rendus* du 28 avril 1902.

» Cette loi des écarts (qui est vraie dans la limite indiquée $a < 100$), nous pouvons bien l'énoncer, mais non la vérifier, attendu que nous ne savons pas maintenir constante la valeur de H, qui est contenue *implicitement* dans le facteur $\frac{2\Delta}{nP + mQ}$, comme elle l'était déjà implicitement dans la différence $nP - mQ$ de la formule (α).

» III. Il y aurait une troisième loi à énoncer : *Lorsque* H *et a sont constants, et que m et n seuls varient, comment varie le nombre des battements?* Ici tout énoncé est impossible.

» Cela tient à ce que la hauteur H n'est pas définie, à ce que le *centre de gravité* de l'accord $\frac{M}{N}$ est inconnu. Nul ne peut dire, en effet, lequel est le plus élevé des unissons altérés $\frac{100 + k\varepsilon}{100 - k\varepsilon}$ ou $\frac{100(1+f)}{\frac{100}{1+f}}$, ni même des accords justes que voici :

$$\text{unisson, } \frac{100}{100}; \quad \text{octave, } \frac{140}{70}; \quad \text{quinte, } \frac{126}{84}, \quad \text{etc., etc.}$$

» Nous avons pu résoudre cette question en déterminant le *centre de gravité* ou son H d'un accord $\frac{M}{N}$.

» Si a, m et n sont constants, B varie proportionnellement à H. Nous en concluons que si, a, m et n étant constants, B reste lui-même constant, c'est que H n'a pas varié.

» Considérons maintenant l'accord juste $\frac{M}{N} = \frac{mF}{nF} = \frac{m}{n}$ et les deux accords altérés

$$\frac{M + cm}{N - cn} = \frac{m(F + c)}{n(F - c)} \quad \text{et} \quad \frac{M - cm}{N + cn} = \frac{m(F - c)}{n(F + c)}.$$

» Nous devons dire que ces deux derniers ont *la même hauteur* H, puisque :

» 1° Ils donnent le même nombre de battements $B = 2cmn$;

» 2° Ils sont faussés de la même quantité $\frac{F + c}{F - c}$.

» En langage ordinaire, cela signifie que deux accords $\frac{M}{N}$, altérés l'un par excès, l'autre par défaut, gardent la même hauteur H, pourvu que le son aigu varie de $\pm cm$ et que, en même temps, le son grave varie de $\pm cn$.

On trouvera donc le centre de gravité en partageant l'intervalle M — N en deux segments proportionnels à m et n. Ces deux segments sont

$$m_1 = (M - N)\frac{m}{m+n} \qquad \text{et} \qquad n_1 = (M - N)\frac{n}{m+n},$$

et la position du centre de gravité est

$$H = M - m_1 = N + n_1$$

ou bien

$$(\delta) \qquad H(m+n) = 2Mn = 2Nm = 2Fmn.$$

» Cette formule (δ), étant indépendante de c, donne le centre de gravité de l'accord juste $\frac{M}{N}$, aussi bien que celui des accords altérés sur lesquels nous avons raisonné; et le calcul de H est tout à fait simple. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les azotites doubles de l'iridium.* Note de M. E. **Leidié**, présentée par M. Troost.

« Dans la méthode générale que j'ai donnée pour la séparation des métaux du platine, j'ai utilisé les propriétés des azotites doubles de l'iridium (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 888; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 9 et 840). J'ai, par suite, été amené à reprendre les travaux que Gibbs et Lang nous ont laissés sur ce sujet.

» I. *Azotite d'iridium et de potassium :* $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$. — Lorsqu'on fait réagir un léger excès d'azotite de potassium sur des solutions moyennement concentrées de chloroiridite ou de chloroiridate de potassium chauffées vers 80°, on obtient un précipité plus ou moins teinté en jaune ou en rose, suivant que l'on a employé le chloroiridite ou le chloroiridate, et la liqueur conserve de l'iridium en dissolution. Gibbs a retiré de cette liqueur un sel jaune verdâtre, soluble dans l'eau, et qu'il considérait comme l'azotite double hydraté. Lang a considéré la poudre colorée qui se précipitait comme une combinaison de l'azotite double avec le chloroiridite de potassium.

» Ces précipités colorés, d'une part ne renferment que des traces de chlore volatilisable sous forme de HCl quand on les chauffe dans l'hydrogène, ce qui rend inadmissible la formule que Lang leur a donnée; d'autre part ils se décomposent sous l'influence de l'eau bouillante : de l'iridium passe en dissolution, et il se dépose une poudre blanche qui est formée par la combinaison de l'azotite double avec du chlorure de potassium. C'est une sorte de laque, car, si on la reprend plusieurs fois de suite par l'eau bouillante, à chaque fois la proportion de chlorure de potassium qu'elle ren-

ferme s'abaisse. Je n'ai jamais pu obtenir de produit renfermant moins de 5 pour 100 de chlorure de potassium; la purification complète est impossible.

» D'un autre côté, si l'on réunit les eaux mères de la préparation et les premières eaux de lavage du précipité à l'eau bouillante, si l'on en précipite tout l'azotite double en les saturant par le chlorure de potassium, et si on les évapore à basse température, on obtient un résidu, lequel, repris par une solution de chlorure de potassium à 20 pour 100 bouillante, abandonne des cristaux colorés en jaune. Ces cristaux sont des *chloroazotites*. J'ai eu l'occasion d'en recueillir un parfaitement défini, sous forme de cristaux jaune-citron, répondant à la formule $Ir^2Cl^2(AzO^2)^4 6KCl$. Ces chloroazotites sont solubles dans l'eau froide et décomposables par l'eau bouillante.

» Pour obtenir l'azotite $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$ *pur*, il faut partir du sulfate de sesquioxyde d'iridium. On dissout du sesquioxyde d'iridium hydraté dans l'acide sulfurique étendu, de façon que la dissolution renferme de 5 à 10 pour 100 d'iridium. On la chauffe vers 70°-80°, on y verse peu à peu de l'azotite de potassium jusqu'à ce qu'elle en renferme un léger excès, on fait bouillir quelques instants et on laisse refroidir. Il se dépose par refroidissement un précipité blanc; on l'épuise à l'eau bouillante en filtrant la solution bouillante; on abandonne la liqueur; lorsqu'elle est complètement refroidie et éclaircie par le repos, on recueille le précipité blanc et on le sèche à 100°.

» L'azotite ainsi obtenu répond à la formule $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$, qui en fait l'analogue des sels de rhodium et de cobalt correspondants. C'est une poudre blanche, un peu soluble dans l'eau bouillante, presque insoluble dans l'eau froide, complètement insoluble dans les dissolutions concentrées de chlorure de potassium. Les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds le transforment respectivement en chloroiridate et sulfate de sesquioxyde.

» Il est donc certain que l'azotite de Gibbs était un *chloroazotite*, et que le composé de Lang était une sorte de *laque* de composition variable, combinaison d'azotite double avec le chlorure de potassium, teintée par un chloroazotite.

» II. *Azotite d'iridium et de sodium* : $Ir^2Na^6(AzO^2)^{12}, 2H^2O$. — Ce sel se forme comme Gibbs l'a annoncé, et possède les propriétés qu'il lui a données. On peut aussi le préparer en faisant réagir l'azotite de sodium sur le sulfate de sesquioxyde d'iridium. Toutefois, je n'ai jamais pu obtenir les combinaisons insolubles que Gibbs et Lang ont dit avoir obtenues dans cette préparation; il est probable que leurs sels de sodium n'étaient pas complètement exempts de sels de potassium.

» Les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds le décomposent en donnant respectivement un chloroiridate et un sulfate de sesquioxyde. Par double décomposition avec un sel de potassium, il donne l'azotite d'iridiium et de potassium insoluble.

» III. *Azotite d'iridium et d'ammonium* : $Ir^2(AzH^4)^6(AzO^2)^{12}$. — Ce sel n'a pas encore été obtenu. On le prépare par double décomposition.

» On prend une dissolution de sulfate de sesquioxyde d'iridium renfermant de 5 à 10 pour 100 d'iridium; on la transforme en azotite double de sodium, comme on l'a vu plus haut, en la chauffant à 70°-80° avec un léger excès d'azotite de sodium. Puis, quand la solution est complètement refroidie, on la sature de sulfate d'ammonium. Le précipité blanc qui se forme est lavé à l'eau froide, recueilli et séché à 100°.

Il répond à la composition $Ir^2(AzH^4)^6(AzO^2)^{12}$, qui en fait l'analogue du sel de rhodium correspondant.

» C'est une poudre blanche, un peu soluble dans l'eau froide, complètement insoluble dans les solutions saturées de chlorure d'ammonium [il forme avec ce sel une laque, comme KCl avec $Ir^2K^6(AzO^2)^{12}$, complètement insoluble dans l'eau]. Une ébullition prolongée avec une grande quantité d'eau le décompose avec dégagement d'azote. Les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds le décomposent en donnant respectivement un chloroiridate et un sulfate de sesquioxyde.

» Je n'ai pu arriver, au moyen des chlorures d'iridium et des azotites de baryum, de mercure, d'argent, à reproduire exactement les composés décrits par Lang, ni ceux décrits par Gibbs. Le sulfate d'iridium ne se prêtant pas à des réactions simples avec les azotites de ces métaux, je n'ai pas, jusqu'à présent, poussé plus loin mes recherches sur cette partie spéciale du sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des aloïnes; comparaison avec celle des glucosides.* Note de M. **E. Léger**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note récente (¹), j'ai montré que la barbaloïne et l'isobarbaloïne, soumises à l'action de Na^2O^2, donnent le même produit d'oxydation, la méthylisoxychrysasine, et que les dérivés chlorés de ces mêmes aloïnes ne donnent qu'une seule méthylisoxychrysasine tétrachlorée. Ceci montre que les deux aloïnes isomères renferment un noyau commun. Leurs propriétés sont aussi très voisines. Toutes deux donnent de l'acide chrysammique quand on les traite par AzO^3H. Chauffées à sec dans un tube, elles donnent des vapeurs qui rougissent le papier à l'acétate d'aniline.

» La méthylisoxychrysasine n'est d'ailleurs pas le seul produit de l'action de Na^2O^2 sur la barbaloïne ou sur son isomère. Si l'on distille le liquide acide d'où ce corps a été précipité, il passe à la distillation de l'acide formique. Du résidu de cette distillation, j'ai pu extraire un sirop incolore, lévogyre, donnant toutes les réactions des aldopentoses. Vu la faiblesse des rendements, je n'ai pu encore isoler ce sucre à l'état de pureté. Je crois cependant que l'on peut considérer dès maintenant la barbaloïne comme un produit de condensation, avec perte de H^2O, de la méthylisoxychrysasine avec un aldopentose.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 1111.

» L'analyse de la barbaloïne montre que ce dernier est un méthylaldopentose. On pourra donc représenter la barbaloïne par la formule

```
                                    OH
                                    |
             CH       CO            C
           //8 \     /   \       /1  \\
      HC 7       C            C         2 CH
        |        ||           ||          |
OH — C 6        C            C        3 C — CH³
        \\ 5   /   \       /   \  4  //
             CH       CO            C     CH³
                                    |     |
                                    O  —  CH — CHOH — CHOH — CHOH — COH
```

correspondant à $C^{21}H^{20}O^9$, formule destinée à remplacer l'ancienne expression $C^{16}H^{16}O^7$. Ce changement nécessite la revision de toutes les formules adoptées jusqu'ici pour la barbaloïne et pour ses dérivés : c'est ainsi que $C^{16}H^{13}Cl^3O^7$ deviendra $C^{21}H^{16}Cl^4O^9$ (barbaloïne chlorée) et $C^{16}H^{10}(C^2H^3O)^3Cl^3O^7$ deviendra $C^{21}H^{11}(C^2H^3O)^5Cl^4O^9$ (pentacétylbarbaloïne tétrachlorée). Ce dernier corps, bien cristallisé, ne contenant pas de OH, est particulièrement intéressant à cause de sa solubilité dans le benzène, ce qui m'a permis d'en prendre le poids moléculaire par la cryoscopie. Trouvé, M = 792 et 801; calculé, 764. Les cinq acétyles qu'il renferme correspondent aux cinq OH contenus dans la formule précédente. Quant à la chlorobarbaloïne, ses quatre Cl ne peuvent être qu'en 2, 5, 7, 8.

» Jusqu'ici, on considérait les aloïnes comme des dérivés immédiats de l'anthraquinone. La production, aux dépens de ces aloïnes, de composés doués du pouvoir rotatoire ne permet plus ce rattachement étroit. Du reste, les aloïnes elles-mêmes sont actives sur la lumière polarisée. La barbaloïne en solution dans l'éther acétique a donné $\alpha_D = -10°,4$ (moy. de 5 déterm.), p variant de 0,9416 à 0,9746 et t de 18° à 20°. Dans l'eau ($p = 1,016$; $t = 18°$), la déviation passe à droite $\alpha_D = +21°,4$. L'isobarbaloïne a donné dans l'éther acétique ($p = 0,9073$; $t = 19°$) $\alpha_D = -19°,4$; dans l'eau, ce pouvoir rotatoire est annulé; il passe même très légèrement à droite d'une quantité non mesurable. Dans la barbaloïne, composé plus stable que son isomère, la chaîne sucrée se fixe sur l'un des deux C, 1 ou 4; quant à l'isobarbaloïne, pour laquelle on peut *a priori* admettre le même poids moléculaire, cette fixation se ferait en 6, laissant libres les deux OH placés en 1-4. Ceci expliquerait la grande oxydabilité de l'isobarbaloïne et les colorations rouges obtenues par M. G. Bertrand [1] sous l'action de la laccase. Selon cet auteur, seuls les phénols renfermant deux OH en ortho ou en para sont influencés par ce ferment; or, la position de l'OH placé en 1 ne pouvant être douteuse, puisqu'il se retrouve dans la chrysasine, un autre OH ne peut se trouver en 2 (position alizarique de Liebermann); car, dans ce cas la méthylisoxychrysasine se fixerait sur le coton mordancé en alumine, ce qui n'a pas lieu.

» La barbaloïne et l'isobarbaloïne apparaissent donc comme des iso-

---

[1] Communication particulière.

mères de la franguline; mais, tandis que cette dernière, véritable glucoside, est dédoublable par les acides dilués, les aloïnes ne le sont pas. Pour la formation de la franguline, on peut admettre que la molécule sucrée réagira par son côté aldéhyde. Il y aura départ de 1^{mol} d'eau pour la formation de laquelle l'oxygène aldéhydique sera éliminé avec un H emprunté à un OH de l'émodine, le deuxième H étant fourni par un des groupes alcool secondaire, ce qui donne

$$C^{15}H^7O^2(OH)^2O - \underset{\diagdown\quad O\quad\diagup}{CH - CH} - CHOH - CHOH - CHOH - CH^3.$$

» Cette formation rappelle celle des acétals; corps qui, comme les glucosides, sont facilement dédoublables. On remarquera que cette interprétation, un peu différente de celle que l'on admet, conduit cependant à la même manière de formuler.

» La nataloïne et l'homonataloïne, chauffées avec SO^4H^2 dilué, donnent des vapeurs qui rougissent le papier à l'acétate d'aniline. Ce sont aussi des corps actifs. Dans l'éther acétique, la nataloïne donne $\alpha_D = -107°,7$, $p = 0,5580$, $t = 20°$ et l'homonataloïne $\alpha_D = -112°,6$, $p = 0,5053$, $t = 21°$. Les formules les plus simples qui permettent de tenir compte des faits connus sont $C^{23}H^{26}O^{10}$ pour la nataloïne et $C^{22}H^{24}O^{10}$ pour l'homonataloïne.

» En résumé, les aloïnes semblent appartenir à une nouvelle classe de corps : *les glucosides non dédoublables par les acides dilués.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur deux sucres nouveaux retirés de la manne, le mannéotétrose et le manninotriose.* Note de M. C. TANRET.

« La manne des pharmacies est une exsudation sucrée qui, dans la saison chaude, se produit sur le frêne, *fraxinus ornus*, cultivé dans l'Europe méridionale. La mannite en constitue la partie principale. Selon l'époque à laquelle elle a été récoltée, la manne en contient de 40 à 60 pour 100; le reste de sa composition est mal connu.

» En reprenant l'étude de la manne, je viens d'y découvrir deux sucres nouveaux, assez abondants pour former le sixième environ de la manne en larmes et jusqu'au tiers de la manne en sortes. Je les appellerai *mannéotétrose* et *manninotriose.*

» Mannéotétrose. — *Préparation.* — On commence par débarrasser la manne de la plus grande partie de sa mannite. A cet effet, on la dissout dans moitié de son poids d'eau bouillante, puis à la solution on ajoute assez d'alcool fort pour avoir de l'alcool à 70° dans lequel la mannite est peu soluble à froid. Par refroidissement elle cristallise. Le lendemain on passe à la trompe, on distille la liqueur alcoolique et l'on épuise le résidu d'abord par de l'alcool à 95°, puis par de l'alcool à 85°, l'un et l'autre bouillants, jusqu'à ce que la partie non dissoute soit amenée à avoir un pouvoir rotatoire voisin de $\alpha_D + 140°$. Elle contient les sucres cherchés, mais encore impurs; elle est très colorée, réduit la liqueur de Fehling comme 0,11 à 0,20 de son poids de glucose et laisse à la calcination environ 3 pour 100 de cendres [1]. Pour purifier ce produit, on le défèque au sous-acétate de plomb, puis, après élimination de l'excès de Pb par SO^4H^2, on dissout dans la liqueur un poids de baryte cristallisée égal aux deux tiers de celui de la matière sèche, et l'on précipite par l'alcool à 80°. Les sels restent dans l'eau mère. Après décomposition du précipité par CO^2, on a un mélange pur des deux sucres dont il reste à faire la séparation. Or celle-ci repose sur ce fait que, si l'on fractionne par l'alcool, la précipitation de leur solution additionnée de baryte, le manninotriose, qui est réducteur, s'accumule dans les premières portions, et le mannéotétrose, qui ne l'est pas, dans les dernières. Après un grand nombre de fractionnements suivis de traitements par CO^2, on arrive à obtenir des produits qui réduisent les uns comme 0,25 de glucose, les autres comme 0,01. Les premiers sont des mélanges de 0,75 de mannéotétrose et de 0,25 de manninotriose; les seconds, de 0,97 de mannéotétrose et de 0,03 de manninotriose. Il n'est guère possible d'aller au delà ou en deçà.

» La solution riche en mannéotétrose se dessèche à l'air comme de la gomme; concentrée en sirop épais et renfermée dans un flacon bouché, je l'ai vue pendant des mois refuser de cristalliser. Mais, dès qu'elle est ensemencée avec une trace de sucre cristallisé, la cristallisation commence. Quand celle-ci ne paraît plus augmenter, on délaye la masse pâteuse avec de l'alcool à 70°, on passe à la trompe, on lave les cristaux à l'alcool neuf, puis on les sèche à l'air. Il suffit, pour obtenir les premiers cristaux, d'évaporer un peu de la solution au bain-marie en agitant sans cesse jusqu'à ce que le résidu durcisse en se refroidissant. Dans ces conditions le sucre cristallise confusément, comme je l'ai déjà signalé pour le glucose (*Comptes rendus*, mai 1895).

» *Composition et constitution.* — La composition du mannéotétrose anhydre correspond à la formule $C^{24}H^{42}O^{21}$ et celle du sucre cristallisé dans l'eau à

$$C^{24}H^{42}O^{21}.4,5\,H^2O.$$

» Son hydrolyse par les acides minéraux étendus conduit à la faire considérer comme un tétrose: 1^{mol} de sucre se transformant par fixation d'eau en 4^{mol} de monoses, savoir: 2^{mol} de galactose, 1^{mol} de glucose et 1^{mol} de lévulose, selon l'équation

$$\text{(I)} \qquad C^{24}H^{42}O^{21} + 3H^2O = 4(C^6H^{12}O^6).$$

---

[1] C'est à peu près le produit que Buignet avait pris pour de la dextrine; il lui avait trouvé $a_j + 132°,45$ (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIV, p. 279).

» *Propriétés physiques.* — Les cristaux de mannéotétrose formés dans l'eau sont microscopiques. L'alcool à 90° qu'on en a saturé bouillant laisse déposer le sucre sous forme d'un sirop qui se transforme en quelques jours en cristaux brillants. M. Wyrouboff [1], qui a bien voulu en faire l'examen, les a trouvés clinorhombiques.

» Le mannéotétrose se dissout à 13° dans 0,75 partie d'eau; il est soluble à 15° dans 14 parties d'alcool à 60°, 55 parties d'alcool à 70° et 300 parties d'alcool à 80°. Il se ramollit vers 150° et fond immédiatement à 167°. Le mannéotétrose est dextrogyre : $\alpha_D = +133°,85$ pour le sucre à $4,5\,H^2O$, soit à $\alpha_D = +150°$ pour le sucre anhydre.

» *Propriétés chimiques.* — Le mannéotétrose qui n'a pas été chauffé ne réduit pas la liqueur de Fehling; mais sous les moindres influences il fixe de l'eau et devient réducteur; son hydrolyse par les acides minéraux s'effectue en deux phases : dans la première, il y a fixation de 1^mol d'eau et formation de lévulose et d'un sucre nouveau, le manninotriose $C^{18}H^{32}O^{16}$; dans la seconde, le manninotriose fixe à son tour 2^mol d'eau et se dédouble en 2^mol de galactose et 1^mol de glucose.

$$\text{(II)}\qquad C^{24}H^{42}O^{21} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{18}H^{32}O^{16},$$
$$\text{(III)}\qquad C^{18}H^{32}O^{16} + 2H^2O = C^6H^{12}O^6 + 2(C^6H^{12}O^6).$$

» Avec l'acide acétique, l'hydrolyse ne dépasse pas la première phase. Il en est de même avec l'émulsine, l'invertine, la diastase et les ferments de l'*Aspergillus*. L'eau seule, quoique plus lentement, hydrolyse aussi le mannéotétrose, de sorte que ce sucre ne peut guère être complètement déshydraté à chaud; il fixe quelques millièmes de son eau de cristallisation et s'hydrolyse partiellement.

» Le mannéotétrose ne précipite ni par l'acétate neutre, ni par le sous-acétate de plomb, mais seulement par l'acétate ammoniacal en donnant le composé

$$C^{24}H^{34}Pb^4O^{21}.$$

Il ne précipite par la baryte qu'en présence de l'alcool pour donner

$$(C^{24}H^{42}O^{21})^2(BaO)^3.$$

» Le mannéotétrose fermente partiellement par la levure.

» Manninotriose. — Le manninotriose est le sucre qui accompagne le mannéotétrose dans la manne; il provient vraisemblablement de son hydrolyse spontanée par l'eau ou quelque ferment. Pour l'obtenir on part, soit du mannéotétrose pur, soit du mélange naturel des deux sucres purifié par son passage à la baryte. Dans les deux cas le traitement et le résultat sont identiques. On chauffe le sucre à hydrolyser pendant 4 heures à 100° en matras scellé avec de l'acide acétique à 20 pour 100. La réaction achevée, on débarrasse la liqueur de l'acide en l'agitant à diverses reprises avec une grande quantité d'éther; on distille ensuite sous pression réduite et, après avoir amené le résidu en consistance d'extrait, on l'épuise par l'alcool à 90° bouillant, puis on le dissout dans juste assez d'alcool à 80° bouillant. Le dépôt qui se forme par refroidissement est de nouveau soumis deux ou trois fois au même traitement par l'alcool à 80°

---

(1) La Note de M. Wyrouboff sera publiée avec mon Mémoire détaillé dans le *Bulletin de la Société chimique*.

jusqu'à ce que, par l'élimination du lévulose resté dans l'alcool, il ne donne plus sensiblement la réaction de Séliwanoff (ClH et résorcine). On passe au charbon et l'on évapore à siccité. On purifie encore le sucre en le dissolvant, après l'avoir bien déshydraté, dans l'alcool éthylique ou l'alcool méthylique absolus et bouillants.

» *Composition.* — Le manninotriose a pour composition $C^{18}H^{32}O^{16}$. Son dédoublement par les acides minéraux en 2 molécules de galactose et 1 molécule de glucose l'établit comme triose.

» *Propriétés.* — Le manninotriose se dépose de l'alcool absolu bouillant sous forme de globules légèrement biréfringents; il n'a pu être obtenu nettement cristallisé. Il est dextrogyre : $a_D = +167°$. Il est soluble dans l'eau froide en toutes proportions et se ramollit vers 150°; il réduit la liqueur de Fehling comme 0,33 de glucose.

» Oxydé par le brome, le manninotriose donne de l'acide manninotrionique

$$C^{18}H^{32}O^{17}.$$

Cet acide chauffé avec les acides étendus fixe de l'eau et se dédouble en 2^{mol} de galactose et 1^{mol} d'acide gluconique

$$C^{18}H^{32}O^{17} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^7.$$

» Cette réaction caractéristique montre que la fonction aldéhydique du manninotriose appartient à son reste de glucose. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfure de carbone sur les aminoalcools polyvalents.* Note de MM. L. Maquenne et E. Roux, présentée par M. A. Haller.

« Lorsqu'on fait réagir le sulfure de carbone, en présence de potasse sur une amine β ou γ halogénée, c'est-à-dire sur un aminoalcool à l'état naissant, on obtient d'ordinaire une mercaptothiazoline, à noyau pentagonal ou hexagonal, suivant que l'on est parti d'un dérivé β ou γ [1].

» L'oxyéthylamine $AzH^2 - CH^2 - CH^2OH$ se comporte d'ailleurs, ainsi que nous l'avons expressément vérifié, de la même manière, et fournit comme produit principal le mercaptodihydrothiazol $C^3H^5AzS^2$ de Gabriel, fusible à 106°.

» Avec les aminopolyols, à 100°, la réaction est un peu différente : il se dégage de l'acide sulfhydrique en abondance et il se forme surtout une mercapto-oxazoline, isomère du sénévol correspondant.

» Les corps que l'on obtient ainsi sont liquides ou cristallisés, inodores,

---

(1) Gabriel, *Berichte*, t. XXII, p. 1152 et t. XXIII, p. 92; Hirsch, *Id.*, t. XXIII, p. 967.

sensiblement sans saveur, solubles dans l'eau ou l'alcool et remarquablement stables vis-à-vis des bases alcalines ou des acides forts; on les reconnaît facilement à ce qu'ils donnent avec le nitrate d'argent des combinaisons mono- ou bimétalliques cristallisées, en général très peu solubles dans l'eau.

» L'existence de ces derniers composés, qui ne peuvent répondre qu'aux formules

$$\begin{matrix} AzO^3 \\ Ag \end{matrix}\!\!>\!Az\!<\!\!\begin{matrix} CH^2 - CH - R \\ C(SAg)\,O \end{matrix} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} AzO^3 \\ Ag \end{matrix}\!\!>\!Az\!<\!\!\begin{matrix} CH^2 - CH^2 \\ C(SAg) - O \end{matrix}\!\!>\!CH - R,$$

suffit à démontrer dans la molécule du produit initial la présence d'un reste de mercaptan C(SH), ce qui n'exclut aucunement la possibilité d'une forme tautomère à fonction thiocétonique, ne renfermant plus que des liaisons simples.

» *Mercapto-méthylol-oxazoline* $Az\!<\!\!\begin{matrix} CH^2 - CH - CH^2OH \\ C(SH) - O \end{matrix}$. — Ce corps résulte de l'action du sulfure de carbone, à 100°, sur une solution aqueuse d'aminopropanediol $AzH^2 - CH^2 - CHOH - CH^2OH$ à 20 pour 100. Pour l'isoler on ajoute au contenu des tubes un peu d'acide chlorhydrique, on évapore jusqu'à consistance sirupeuse, puis on reprend par l'eau et l'on précipite par l'azotate d'argent, en présence d'un léger excès d'acide azotique. On obtient ainsi le nitrate monoargentique

$$C^4H^6AzO^2SAg\,(AzO^3H),$$

sous la forme de petites paillettes brillantes, incolores ou légèrement grisâtres, très peu solubles dans l'eau pure et tout à fait insolubles dans l'acide azotique étendu, à froid.

» La solution aqueuse de ce sel, additionnée d'un excès d'azotate d'argent, donne le dérivé dimétallique $C^4H^6AzO^2SAg(AzO^3Ag)$, cristallisé en très fines aiguilles insolubles, que l'acide azotique faible ramène à l'état de nitrate monoargentique [1].

» L'ammoniaque en sépare la base $C^4H^6AzO^2SAg$, sous forme d'un précipité gélatineux, que l'hydrogène sulfuré convertit enfin en mercapto-méthylol-oxazoline pure; celle-ci reste comme résidu de l'évaporation des liqueurs, à l'état d'un sirop incolore, très soluble et incristallisable.

---

[1] Ce composé n'a pu être obtenu à l'état de pureté complète; il retient toujours, par suite d'un commencement de dissociation, une certaine quantité de base monoargentique libre, ce qui abaisse sa teneur en métal et augmente au contraire sa richesse en carbone (Ag trouvé 50,5, calculé 52,7 pour 100; Az trouvé 6,3, calculé 6,8 pour 100; C trouvé 13,8, calculé 11,7 pour 100).

» *Mercapto-butyltétrol-oxazoline* $Az\begin{cases} CH^2 — CH — (CHOH)^3 — CH^2OH \\ \quad\quad\quad\quad | \\ C(SH) — O \end{cases}$. — Ce corps, déjà signalé par l'un de nous ([1]), prend naissance lorsqu'on attaque la *glucamine* ou *amino-hexane-pentol* $AzH^2 — CH^2 — (CHOH)^4 — CH^2OH$ par le sulfure de carbone ou le thiocarbanile, à 100°. Dans ce dernier cas, tout le phényle se sépare à l'état de diphénylthio-urée.

» La mercapto-oxazoline cristallise d'elle-même par évaporation du produit brut, sous forme de petites aiguilles fusibles à 156°, solubles à la fois dans l'eau et l'alcool. On l'obtient ainsi immédiatement pure et avec un rendement des plus avantageux.

» Sous l'action du nitrate d'argent en excès, elle donne un précipité cristallin blanc, à peu près insoluble dans l'eau, qui se prend en gelée transparente par la chaleur et recristallise peu à peu par refroidissement, surtout si l'on ajoute une trace d'acide azotique.

» Ce corps répond exactement à la formule d'un nitrate diargentique

$$C^7H^{12}AzO^5SAg(AzO^3Ag);$$

l'acide azotique étendu le dissout, sans fournir de sel monométallique peu soluble; l'ammoniaque en sépare la base à l'état gélatineux.

» En résumé, le sulfure de carbone attaque les polyoxyamines, à chaud, en donnant des combinaisons cycliques à un seul atome de soufre, qui appartiennent vraisemblablement à la famille des oxazolines.

» Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux qu'a obtenus Gabriel (*loc. cit.*) avec les amines bromées et de ceux que viennent d'obtenir tout récemment Franchimont et Lublin ([2]) en condensant l'éthanolamine avec le chloroformiate de méthyle, ce qui donne le corps

$$AzH\begin{cases} CH^2 — CH^2 \\ \quad\quad\quad | \\ CO — O \end{cases}.$$

» Les composés de Gabriel résultent de l'anhydrisation d'acides dithiocarbamiques

$$CS(SH) — AzH — CH^2 — CHOH — R,$$

celui de Franchimont dérive d'un acide oxycarbamique

$$CO(OH) — AzH — CH^2 — CH^2OH,$$

([1]) Roux, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 291.

([2]) *Recueil de trav. chim.*, t. XXI, p. 45.

les nôtres se forment aux dépens d'acides monothiocarbamiques

$$CS(OH) - AzH - CH^2 - (CHOH)^n - R.$$

» Ils forment par conséquent une série nouvelle, intermédiaire entre les deux précédentes, et comparable à celle des corps que Hoffmann a obtenus en combinant les sénévols avec les alcools. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la lécithine dans le lait.* Note de MM. F. **Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. A. Haller.

« Le mode de dosage de la lécithine, qui consiste à incinérer, en présence de carbonate de potasse et d'azotate de potasse, le résidu de l'évaporation provenant de l'extraction éthéro-alcoolique d'une certaine quantité de lait évaporé à sec dans des conditions convenables, à doser ensuite l'acide phosphorique à l'état de pyrophosphate de magnésie et à multiplier la quantité dosée par le facteur 7,27 (1), nous semble présenter de nombreux inconvénients.

» La méthode est d'une application longue en ce qui concerne l'extraction, qui n'est pas toujours exempte d'acide phosphorique, des phosphates du lait. Une partie du phosphore organique échappe certainement à l'oxydation résultant de l'incinération rendue délicate à effectuer par suite de la présence de proportions notables de matières grasses. Enfin l'emploi du facteur 7,27 par lequel on multiplie le pyrophosphate de magnésie dosé pour évaluer la quantité de lécithine ne paraît pas justifié. En effet :

1 d'acide phosphoglycérique correspond à	4,69	de lécithine	distéarique	....	$C^{44}H^{90}O^9AzP$
1	»	4,36	»	dipalmitique	$C^{40}H^{82}O^9AzP$
1	»	4,66	»	dioléique...........	$C^{44}H^{86}O^9AzP$
1	»	4,52	»	dimargarique.......	$C^{42}H^{86}O^9AzP$
1	»	2,41	»	dibutyrique	$C^{16}H^{28}O^9AzP$
1	»	4,59	»	oléomargarique.....	$C^{43}H^{86}O^9AzP$
1	»	3,54	»	oléobutyrique	$C^{30}H^{60}O^9AzP$
1	»	4,51	»	oléopalmitique......	$C^{42}H^{84}O^9AzP$

(1) Dr Stoklasa, *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für phys. Chem.*, 1897, t. XXIII, nos 4 et 5, p. 343. Rob. Burow, *Ibid.*, 1900, t. XXX, no 6, p. 495.

» Dès lors, si l'on ne considère que les trois lécithines oléomargarique, oléobutyrique, oléopalmitique, on voit que :

1 de pyrophosphate de magnésie correspond à	7,12	de lécithine	oléomargarique.
1 »	5,48	»	oléobutyrique.
1 »	7,00	»	oléopalmitique.

» Si l'on admet que la graisse phosphorée du lait est constituée par de la lécithine oléomargarique, le facteur du pyrophosphate est 7,12, nombre voisin de celui de Stoklasa; mais si l'on suppose, comme le font certains auteurs, que cette lécithine est oléobutyrique, ce facteur devient 5,48, valeur bien éloignée de la précédente.

» En d'autres termes, chaque hypothèse faisant varier le coefficient du pyrophosphate, on obtiendra des proportions différentes de lécithine, et comme il n'est pas possible, dans l'état des connaissances actuelles, de préciser la composition de la graisse phosphorée en question, il semble beaucoup plus rationnel de se contenter de l'évaluation de l'acide phosphoglycérique.

» La méthode de dosage de l'acide phosphoglycérique contenu dans le lait peut s'effectuer, d'une façon exacte et relativement simple, en suivant les indications auxquelles nous ont fait aboutir les recherches que nous avons entreprises à ce sujet.

» Le procédé consiste à extraire la graisse phosphorée du lait sans entraîner de notables proportions de beurre; de former avec cette graisse une combinaison saline de laquelle on sépare les acides gras; d'oxyder *complètement* l'acide phosphoglycérique ainsi séparé et de doser ensuite l'acide phosphorique résultant de cette oxydation.

» A cet effet, on verse 100^{cm^3} de lait, en agitant continuellement, dans un mélange composé de :

Alcool à 95°	100^{cm^3}
Eau distillée	100^{cm^3}
Acide acétique	10 gouttes

» On obtient un coagulum se séparant très facilement par filtration. On le laisse s'égoutter, puis, fermant la douille de l'entonnoir au moyen d'un tube de caoutchouc muni d'une pince, on verse à trois reprises différentes 50^{cm^3} d'alcool absolu chaud en laissant chaque fois un moment en contact et remuant avec un agitateur ou une spatule avant de laisser filtrer le liquide.

» Les trois fractions alcooliques provenant de ce traitement à l'alcool chaud sont réunies, on distille pour chasser la plus grande partie de l'alcool puis on achève l'évaporation à sec au bain-marie. Le résidu est repris par une petite quantité de mélange éthéro-alcoolique en parties égales que l'on filtre. Le filtrat est évaporé pour chasser l'éther, puis saponifié par la potasse ou la baryte. Le savon est décomposé par l'eau acidulée par l'acide azotique, on sépare les acides gras et l'on concentre jusqu'à sec, à l'ébullition, le filtrat qui contient le phosphoglycérate de potasse ou de baryte ainsi qu'une petite quantité de phosphate résultant de la transformation d'une partie du glycérophosphate par l'excès d'alcali.

» On ajoute alors 10^{cm^3} d'acide azotique concentré, on porte au bain-marie et l'on fait tomber dans le liquide du permanganate de potasse en poudre, cela par très petites pincées, jusqu'à ce que le sel ajouté communique sa couleur rouge persistant pendant quelques minutes après l'addition, d'après les indications de M. Ch. Marie [1]. On dissout l'oxyde de manganèse en versant quelques gouttes d'azotite de soude au $\frac{1}{10}$, on chasse les vapeurs nitreuses par l'ébullition et il ne reste plus qu'à précipiter l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque et à le doser ensuite à l'état de pyrophosphate de magnésie.

» En opérant dans ces conditions, l'extraction de la lécithine est absolument complète ainsi que l'oxydation de l'acide phosphoglycérique.

» En multipliant la quantité de pyrophosphate de magnésie pesée par 1,5495 on obtient la proportion d'acide phosphoglycérique contenue dans 100^{cm^3} de lait.

» La quantité trouvée est toujours plus élevée par oxydation qu'au moyen de l'incinération. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mécanisme de synthèse de la leucine.* Note de MM. **A. Vila** et **E. Vallée**, présentée par M. Roux.

« Dans une Note précédente de MM. A. Etard et Vila [2] il a été démontré que la synthèse d'une leucine $C^6H^{13}AzO^2$, ayant comme point de départ l'aldéhyde éthylméthylacétique, se faisait en trois phases : 1° préparation

---

(1) Ch. Marie, *Sur le dosage du phosphore dans les composés organiques* (*Comptes rendus*, 1899, 2e semestre, p. 466).

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 122.

du valéral-ammonium; 2° transformation du valéral-ammonium en nitrile basique; 3° préparation de la leucine par hydrolyse du nitrile. Dans ce travail nous nous sommes proposé de préciser l'étude des deux premières phases.

» I. *Préparation du valéral-ammonium.* — Nous nous sommes arrêtés aux proportions suivantes qui donnent le rendement maximum en cristaux aciculaires blancs de valéral-ammonium :

Valéral bouillant à 92°,5	10^{cm^3} soit 8^g
Ammoniaque aqueuse $d=0,950$......	300^{cm^3}
Eau...........................	100^{cm^3}

» Il convient de prolonger le contact le plus longtemps possible dans des flacons bien bouchés, le peu de valéral imprégnant encore les cristaux se transformant lentement.

» Au bout de huit jours on peut recueillir pour 100^g de valéral une moyenne de 120^g de cristaux humides essorés à la trompe et lavés à l'éther, ce qui correspond à l'utilisation de 50 pour 100 de valéral.

» Il est préférable de mettre en œuvre d'assez fortes proportions, atteignant 30^g par exemple; la réaction demande plusieurs semaines pour être complète ([1]), mais les cristaux, dans ce cas, au lieu de se présenter en longues aiguilles, se réunissent en amas grenus faciles à léviger au fond des flacons ([2]).

» Les eaux mères ammoniacales séparées à la trompe des cristaux de valéral-ammonium sont agitées avec les éthers de lavage. L'éther se charge du valéral non combiné d'eau et d'ammoniaque; la couche aqueuse est alors décantée et on laisse la solution éthérée au repos dans un flacon non bouché. Après quelques jours on constate la formation de magnifiques cristaux nourris dans ce milieu. Ces cristaux mieux formés, quoique s'effleurissant rapidement à l'air, ont pu être mesurés; ils appartiennent au système clinorhombique, l'angle des faces $p : h$ étant de 137°; il y a en outre un clivage net selon g^1.

» La solution éthérée ne fournissant plus de cristaux, soumise à la distillation, donne un résidu huileux anhydre qui, fractionné sous une pression de 15^{mm} de mercure, a été séparé en cinq portions entre 19° et 280°. Aucune de ces portions n'est active

---

([1]) Nous avons préparé par cette méthode plus de 1^{kg} de valéral-ammonium avec l'aldéhyde éthylméthylacétique que nous devons à l'obligeance de M. Bemont.

([2]) Ils donnent à l'analyse les chiffres suivants :

C....... 28,26	H....... 11,81	Az...... 6,67

Calculé pour $C^5H^{13}AzO, 6H^2O$:

C....... 28,43	H....... 11,84	Az...... 6,63

au polarimètre; leur composition centésimale est très peu différente, comme le montrent les résultats suivants :

Fraction...	190-205	C...	76,70	H...	12,29	Az...	7,96
Fraction...	250-264	C...	75,87	H...	11,09	Az...	5,6

» Cela indique la polymérisation d'une matière retenant un peu d'oxygène.

» Les cristaux de valéral-ammonium de formation aqueuse, déshydratés par un séjour prolongé sur de la baryte caustique dans un large exsiccateur, subissent une perte d'eau et d'ammoniaque (60 pour 100). A la suite de ce départ, il reste une huile blanche sensiblement dépourvue d'oxygène et dont voici l'analyse :

C... 72,33 H... 12,90 Az... 12,35 O... 2,52

Cette huile, exposée à l'air humide, fournit des cristaux de valéral-ammonium par absorption d'eau.

» II. *Préparation de la base nitrile.* — Les cristaux de valéral-ammonium sont mis en contact avec de l'acide cyanhydrique dans les proportions de 100g de valéral-ammonium pour 30g d'acide à 50 pour 100. Après quelques minutes, le mélange se sépare en deux couches, dont l'une est huileuse et à peine colorée, pourvu que l'on évite tout échauffement et que la décantation soit faite dès que la réaction est terminée. Cette huile, desséchée sur du chlorure de calcium fondu, ne tarde pas à former un lacis de longues aiguilles cristallines qui, reprises par l'éther de pétrole léger, se dissolvent et donnent, après quelques passages, des cristaux aciculaires soyeux fondant à 58°.

» *Analyses :*

	Trouvé.		Calculé pour
	I.	II.	$C^{12}H^{21}Az^3$.
C	69,92	69,72	69,5
H	10,49	10,44	10,1
Az	20,27	20,30	20,3

» Nous avons mesuré l'abaissement moléculaire de cette matière en employant comme solvant la benzine. Trouvé : M = 197. Calculé pour $C^{12}H^{21}Az^3$: 207.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther de pétrole. Il distille dans le vide sans décomposition. Sa solution éthérée, traitée par un courant d'acide chlorhydrique sec, fournit un chlorhydrate fondant à 86°. C'est un précipité blanc grenu insoluble dans l'eau et l'éther, soluble dans l'alcool.

» Nous avons, en outre, vérifié, en appliquant la méthode usitée dans la série butylique [1] pour séparer divers dérivés aminés, que le nitrile brut, agité avec de l'acide chlorhydrique à 5 pour 100, se convertit presque immédiatement en un magma cristallin; les impuretés qui entravent la cristallisation entrent seules en solution chlor-

---

(1) *Liebig's Annalen*, 1880-1881.

hydrique. L'éther de pétrole que l'on ajoute alors dissout les cristaux formés, la couche d'hydrocarbure décantée est abandonnée à l'air libre et dépose bientôt des cristaux fondant à 58°, déjà décrits plus haut. Dans ces conditions, on peut donc représenter l'action de l'acide cyanhydrique sur le valéral-ammonium par l'équation :

$$2\,C^5H^{13}AzO, 6\,H^2O + 3\,CAz\,H = C^{12}H^{21}Az^3 + CAz(AzH^4) + \text{aq.}$$

» *Conclusions.* — Nous avons donné une préparation du valéral-ammonium produisant un hydrate cristallisé non décrit.

» Dans les conditions indiquées, l'action de l'acide cyanhydrique sur ce corps donne naissance a un composé unique, jusqu'ici inconnu, se formant en quantité importante.

» L'hydrolyse de ce dérivé par l'acide sulfurique étendu fournit directement de la leucine sublimable, caractérisée par son sel de cuivre insoluble. »

MÉDECINE. — *Sur l'application de l'air chaud comme procédé de chauffage des liquides pulvérisés non volatils.* Note de M. J. **Glover**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le principe de la méthode consiste à chauffer un liquide *non volatil* par un courant d'air chaud servant en même temps à la pulvérisation de ce liquide. L'air envoyé sous faible pression, après avoir été surchauffé dans un serpentin métallique placé sur son parcours, arrive à un pulvérisateur par aspiration, sorte de giffard à air. Le liquide non volatil est aspiré à ce moment par le courant d'air chauffé préalablement à une température capable de porter le liquide à + 37° C.

» L'air chaud a été substitué à la vapeur et les liquides fixes aux liquides volatils, afin d'obtenir une parfaite homogénéité de la température du liquide pulvérisé, phénomène qui n'a pas lieu avec les pulvérisateurs à vapeur. La pulvérisation par la vapeur s'accompagne d'ailleurs d'une dilution très variable du liquide pulvérisé qui empêche d'en maintenir le titre exact.

» L'asepsie complète est obtenue d'une part par la forte élévation de température du courant d'air et la stérilisation des solutions médicamenteuses employées.

» L'élévation de température des liquides pulvérisés à 37° C. que l'on obtient par ce procédé est fonction de la chaleur spécifique de ces liquides. Tout liquide non volatil ou non susceptible d'un changement d'état peut donc être employé.

» Les huiles fixes (la glycérine), qui constituent d'excellents excipients, ont été choisies de préférence.

» Des appareils pulvérisateurs à air chaud, appelés *calorisateurs*, ont été construits pour la pulvérisation chaude directe, soit nasale, soit bucco-pharyngienne, soit amygdalienne ou laryngo-trachéale.

» Sur ce principe physique est basée une méthode thérapeutique nouvelle, intéressante en raison de son absolue précision scientifique et de son caractère de parfaite asepsie. Cette méthode a été utilement appliquée au moyen des calorisateurs pour le traitement de plusieurs affections des voies respiratoires et des premières voies digestives (nez, pharynx, larynx et trachée) dans divers hôpitaux de Paris, et les résultats ont très utilement répondu aux espérances. La méthode devra être employée chaque fois qu'il y aura lieu d'exercer, à l'aide de pulvérisations faites à la température normale 37°, sur les muqueuses ou une solution de continuité quelconque, une action thérapeutique locale, lente, prolongée, et par suite répétée. La méthode devra encore être employée pour faire absorber de façon anodine par ces muqueuses une dose médicamenteuse très exactement déterminée, enfermée dans des ampoules titrées et stérilisées. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Variations de l'état de réfraction de l'œil humain suivant l'éclairage.* Note de M. **Auguste Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai commencé à remarquer en août 1895 que ma myopie augmentait au crépuscule et que son accroissement apparent pouvait aller jusqu'à deux dioptries pendant les nuits claires sans lune. Depuis, j'ai toujours retrouvé les mêmes faits, à l'intensité près. Je les ai étudiés sous des formes diverses, en variant les conditions d'éclairage et les procédés de mesure de la réfraction. De mes expériences répétées il résulte que la réfraction de mes yeux est, dans une certaine mesure, fonction de l'éclairage, et que leur puissance réfringente augmente quand l'éclairage diminue, la variation étant surtout sensible aux éclairages faibles.

» J'avais attribué mes premiers résultats à l'intervention de l'aberration sphérique quand la pupille est dilatée, ce qui, dans mon œil, avance la section minima des faisceaux réfractés.

» Cette circonstance n'est pas la cause essentielle du phénomène. On peut en juger en rendant la pupille constante, soit à l'aide de diaphragmes assez petits, soit par la dilatation au moyen de l'atropine.

» Le premier moyen offre sur le second le désavantage de laisser plus de marge à la tolérance dioptrique de l'œil; malgré cela il confirme le fait et le sens de la variation de réfraction.

» L'atropinisation est préférable, et d'ailleurs elle élimine tout changement d'accommodation. Or la variation de réfraction est aussi marquée que possible sur l'œil atropinisé; je l'ai même vue s'élever dans certains cas jusqu'à trois dioptries. Ce n'est que dans des cas extrêmes que la variation atteint cette valeur. Elle est loin d'être habituellement aussi forte. Je l'ai trouvée en général moins marquée chez d'autres sujets que chez moi. Quelques-uns même ne la découvrent qu'en y mettant une attention spéciale. Les variations les plus communes sont de $\frac{1}{2}$ à 1 dioptrie.

» J'ai contrôlé ces faits objectivement à l'aide de la skiascopie, avec le concours de M. Th. Guilloz. En pratiquant sur différents yeux la skiascopie comparativement avec une petite flamme de lampe Pigeon et avec une lampe à incandescence de 16 bougies, nous avons reconnu des différences de réfraction incontestables dans le sens indiqué plus haut.

» De quelle façon la lumière diminue-t-elle la réfraction par rapport à l'obscurité? Elle ne peut le faire que de trois façons : 1° en augmentant l'indice de réfraction des milieux de l'œil; 2° en augmentant la courbure de la cornée ou du cristallin; 3° en déplaçant en avant l'écran rétinien (à raison de $\frac{1}{3}$ de millimètre environ par dioptrie).

» Nous ne nous arrêterons pas à la première hypothèse, qui est d'ailleurs invérifiable sur le vivant. Quant à la seconde, nous avons vérifié avec l'ophtalmomètre d'Helmholtz que la cornée ne variait pas dans les conditions de l'expérience précédente, ce qui était d'ailleurs facile à prévoir. En ce qui concerne le cristallin, la mesure des rayons de courbure serait parfaitement illusoire, à cause de la grande intensité à donner aux lampes pour pratiquer l'ophtalmométrie de cet organe; mais d'ailleurs il est surabondamment démontré que le cristallin est tout à fait immobilisé par l'atropine.

» Reste donc la troisième hypothèse : déplacement de l'écran rétinien. Cette hypothèse a été émise en 1892 par MM. Béraneck et Verrey [1], à propos d'une autre série de faits qui ne sont pas sans rapport avec les précédents : j'ai constaté dans certains cas [2], et les auteurs précédents ont mis la chose hors de doute, que l'excitation lumineuse d'un œil produisait

---

(1) *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel*, t. XX, 1891-1892.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 2 juin 1888.

par voie réflexe *dans l'autre œil* une très légère diminution de réfraction, ne dépassant pas $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de dioptrie. S'appuyant alors sur l'abondante vascularisation de la choroïde, particulièrement au niveau de la tache jaune, sur sa richesse en nerfs et sur plusieurs points de structure qui la rapprochent d'un tissu érectile, MM. Béraneck et Verrey ont pensé que l'excitation lumineuse produisait par réaction réflexe une certaine turgescence de la choroïde, capable de refouler la rétine. Une explication analogue pourrait s'appliquer dans le cas actuel, la réaction unilatérale étant nécessairement plus intense. (Rappelons d'ailleurs que le déplacement de la couche perceptrice de la rétine n'est pas un fait nouveau : on connaît, depuis Engelmann, la contraction des cônes sous l'influence de la lumière.)

» Cette hypothèse pourrait être contrôlée par l'expérimentation sur les animaux, mais le lapin ne m'a pas nettement montré de variation de réfraction suivant l'éclairage, et je n'ai pas encore essayé sur d'autres espèces.

» Est-elle susceptible d'une vérification sur l'homme? Je le crois. Voici, en tout cas, deux faits nouveaux après lesquels il sera bien difficile de ne pas l'admettre.

» 1° On sait combien la rétine est sensible aux excitations mécaniques; si l'on produit un phosphène, il suffit de la moindre différence de pression pour faire varier l'étendue de la partie illuminée; or, si la rétine plus éclairée s'éloigne de la sclérotique dont la sépare la choroïde plus gonflée, l'effet *local* d'un corps dur comprimant légèrement la sclérotique se transmettra moins efficacement à la rétine, et le phosphène diminuera d'étendue. C'est ce que l'on constate en passant de l'obscurité à la lumière.

» 2° J'ai observé, avec M. Th. Guilloz, que, si l'on pratique la skiascopie *sur la papille du nerf optique*, la réfraction apparente de cette partie, au lieu de diminuer quand l'éclairage augmente, comme dans le reste de la rétine, ou ne varie pas, ou *augmente très légèrement avec l'éclairage*. Ce qui se conçoit dans l'hypothèse précédente : il n'existe plus de choroïde, donc plus de tissu érectile derrière la papille, et elle ne peut pas être projetée en avant; en revanche il est bien connu que la plus légère augmentation de la tension intra-oculaire se traduit au niveau de la papille par une tendance à la dépression de sa surface; or c'est là un effet secondaire évident, quoique assez faible, de la congestion provoquée par la lumière (congestion bien connue et qui peut aller jusqu'à produire des hémorrhagies du fond de l'œil).

» Cette dernière constatation ruine, de plus, l'hypothèse d'une inter-

vention du cristallin, de la cornée, ou d'une variation de réfringence des milieux, dans la production du phénomène qui fait l'objet de cette Note. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les effets de la section des canaux semi-circulaires, au point de vue de leur excitation et de leur paralysie.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

« Quand on détruit les canaux semi-circulaires membraneux d'un animal produit-on une paralysie ou, au contraire, une excitation de l'organe? Flourens (1842) regardait la section des canaux membraneux comme équivalente à leur paralysie. Lœwenberg (1869) et la plupart des physiologistes modernes concluent que les troubles de locomotion produits par la lésion des canaux sont dus à une excitation et non à une paralysie.

» Je crois que l'on peut trancher la question à l'aide des expériences suivantes :

» 1° Détruisons sur un pigeon les canaux semi-circulaires du côté droit, par exemple. Nous assistons aussitôt à un premier phénomène, bien connu ; le pigeon porte vivement la tête du côté gauche, puis la ramène du côté droit, puis du côté gauche et ainsi de suite : d'où une série de mouvements oscillatoires caractéristiques (après la section complète des canaux des deux côtés, ces mouvements oscillatoires persistent pendant des journées entières).

» 2° Pour savoir à quoi sont dus ces mouvements plaçons un pigeon sain et non opéré sur un plateau qui peut tourner dans un plan horizontal. Après une rotation rapide arrêtons brusquement le plateau. Le pigeon porte aussitôt la tête dans le sens où avait lieu le mouvement, puis il la ramène en sens opposé, et ainsi de suite, *exactement comme si l'on venait de procéder à la section des canaux semi-circulaires du côté opposé à celui où s'est produite la première oscillation.*

» Cette expérience, qu'on doit faire dans l'obscurité pour éviter une cause d'erreur, permet de conclure que les mouvements oscillatoires sont dus à une excitation, nous le savons par notre propre expérience, mais à une *excitation subjective.* Le pigeon qui oscille la tête a la sensation qu'il tourne et cependant il est arrêté. C'est donc dans l'organe lui-même que se trouve la cause de l'excitation. Cette conclusion est corroborée par les deux expériences suivantes :

» 3° Un pigeon opéré du côté droit est placé sur le plateau : si on le met en rotation à droite, à l'arrêt brusque il se comporte comme un pigeon normal et produit les oscillations caractéristiques. Si, au contraire, on le met en rotation du côté gauche, à l'arrêt brusque, il tombe du côté droit.

» 4° Mettons maintenant sur le plateau un pigeon chez lequel tous les canaux semi-circulaires des deux côtés, ainsi que les ampoules correspondantes, ont été détruits avec le fer rouge et qui, après plusieurs mois, est guéri, en apparence, de l'opération.

» Lorsque l'on arrête brusquement le plateau, tournant soit vers la droite soit vers la gauche, la tête du pigeon reste immobile, et l'on ne constate plus les mouvements oscillatoires caractéristiques.

» Lorsque l'on vient de détruire les canaux semi-circulaires il se produit donc une excitation subjective plus ou moins durable, caractérisée par les mouvements oscillatoires de la tête, mais on observe en même temps un autre phénomène que nous allons étudier maintenant.

» A. Lorsque les mouvements oscillatoires ont cessé sur un pigeon opéré d'un seul côté (du côté droit par exemple), si l'on force l'animal à se déplacer, on voit qu'il a une tendance à tourner et à tomber du côté lésé, en sens inverse, par conséquent, du premier mouvement oscillatoire étudié plus haut.

» Pour comprendre ce second phénomène, répétons une série d'expériences parallèles aux précédentes.

» B. Un pigeon sain non opéré est placé sur le plateau tournant. Si on le fait tourner à droite, le pigeon porte la tête à gauche; si on le fait tourner à gauche, le pigeon porte la tête à droite, toujours, par conséquent, en sens contraire du mouvement de rotation.

» Les expériences se faisant dans l'obscurité, il est évident que le pigeon ressent dans ce dernier cas et traduit par le mouvement de sa tête une excitation; mais contrairement à celle étudiée plus haut, *cette excitation est objective,* car elle est due à un mouvement de rotation réellement effectué par le pigeon.

» C. Reprenons maintenant le premier pigeon (opéré du côté droit) et plaçons-le sur le plateau tournant : si le plateau est mis en rotation à droite, le pigeon porte la tête à gauche, comme un pigeon normal; si, au contraire, le plateau est mis en rotation à gauche, le pigeon reste immobile ou regarde du côté gauche.

» On peut déjà en conclure que, à la suite de l'opération, le pigeon ne se sent pas tourner dans un sens et que l'organe est paralysé du côté droit. Cette conclusion se trouve vérifiée par l'expérience suivante :

» D. Le pigeon opéré des deux côtés et guéri est mis à son tour sur le plateau : pendant la rotation du plateau, du côté droit ou du côté gauche, le pigeon reste indifférent; ordinairement la tête reste droite ou se porte dans le sens de la rotation.

» Les expériences relatées plus haut permettent de conclure que la destruction des canaux membraneux équivaut tout à la fois à une excitation momentanée et à une paralysie de l'organe.

» Aussitôt après l'opération, l'animal éprouve de fausses sensations de rotation, sensations subjectives, dues à la section des nerfs sensoriels, mais en même temps, par suite de la paralysie définitive de l'organe, il est

incapable de ressentir les mouvements de rotation qu'il effectue réellement, et je crois que c'est pour cette raison que, lorsqu'on le force à marcher, il tourne et tombe du côté lésé. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le cerveau du Phascolosome.* Note de M. **Marcel-A. Hérubel**, présentée par M. Yves Delage.

« Logé entre les deux muscles rétracteurs dorsaux, le cerveau est étroitement enserré par une gaine fibreuse, où la séparation en éléments conjonctifs et musculaires ne devient nette qu'à la hauteur du tiers moyen de l'organe. Sur la face dorsale de celui-ci, au-dessous de ce niveau, on trouve, en effet, de nombreuses fibres musculaires associées aux fibres conjonctives.

» La topographie cérébrale se résume en trois régions : motrice, sensitive, fibrillaire. La première constitue toute la base du cerveau et la moitié, en hauteur, de sa face ventrale. La seconde, toute la face dorsale et l'extrémité supérieure (ce qui donne un pôle sensitif et un pôle moteur). La troisième, enfin, occupe en même temps le centre du cerveau et la moitié supérieure, d'où partent les deux gros nerfs formant le collier œsophagien : elle donne naissance à deux paires de bourgeons symétriques qui pénètrent dans la région sensitive. L'une de ces paires (la supérieure) paraît être en rapport avec deux organes, en communication directe avec l'extérieur chacun par un canal.

» Éléments sensitifs et moteurs sont enchâssés, sur toute leur étendue, dans un même réseau anastomosé, à mailles moyennement serrées, que nous appellerons *substance corticale réticulée.* Les *premiers* consistent en noyaux sans cytoplasma apparent : ce sont des noyaux ganglionnaires (*cf.* Dielt). Ils sont bourrés de 8 à 10 grains chromatiques ; mais il en est qui en comptent moins et d'autres qui en sont dépourvus. Sont-ce des stades de l'évolution nucléaire, ou des formations originellement différentes? Ils mesurent 6^{μ} environ. Les *seconds* sont de grandes cellules unipolaires, longues de 38^{μ} à 100^{μ}, munies d'un noyau clair d'aspect et avec un gros nucléole ; le prolongement cylindraxile est toujours assez épais. Ces cellules se retrouvent dans le cordon nerveux ventral ; et, à la suite de recherches comparées, je puis avancer que leur nombre est, en général, proportionnel au développement de la musculature et, par conséquent, à la motricité. Quant aux noyaux ganglionnaires, leur rôle sensitif se déduit facilement de leurs connexions. C'est au sein de leur masse, en effet, que sont plongés les deux organes, situés au fond d'un double cæcum et décrits par Selenka et Cuénot comme taches oculaires. Sans doute la disposition rayonnée du pigment, la présence d'un milieu réfringent (cristallin?) peuvent être invoquées en faveur de cette interprétation. Ici, comme ailleurs, il y a présomption plus que certitude. En quoi, en effet, la fonction visuelle est-elle nécessairement liée à la *seule* présence de pigment? Ce qui paraît plus positif, c'est l'analogie qui

existe entre ces organes intraganglionnaires et les fossettes céphaliques des *Drepanophorus* (*cf.* Burger).

» Il nous reste à étudier la région fibrillaire centrale et la névroglie. La première constitue en majeure partie la substance ponctuée. Celle-ci n'est autre chose qu'un réseau très serré de fibrilles nerveuses très fines et anastomosées : je crois pouvoir affirmer ce dernier point. Elle est en rapport, d'un côté, avec la substance corticale réticulée (dans la région sensitive de cette dernière), de l'autre avec les nerfs. La névroglie a une double origine : épidermique et conjonctive. Dans un cas, elle résulte, comme Racovitza l'a vu chez les Polychètes, de l'étirement en fibrilles subi par l'extrémité basale des cellules des cæcums sensitifs cités plus haut. Dans l'autre (*cf.* Nansen, Saint-Rémy), ce sont des faisceaux de fibrilles conjonctives, émanées de la gaine cérébrale, qui s'infiltrent parmi les éléments nerveux.

» Voilà l'histologie des trois régions, considérées en elles-mêmes; voici maintenant un essai sur leurs connexions, essai que je ne tente qu'avec réserve, car, dans de si délicats problèmes, il ne convient pas de donner immédiatement des solutions absolues.

» Envisageons les fibres sensitives, par conséquent centripètes, à leur entrée dans le cerveau. Le premier milieu qu'elles rencontrent, c'est la substance ponctuée, anastomosée (*cf.* Eisig, Apathy). Or, après examen attentif des préparations, j'ai toujours vu les fibres sensitives passer, par des divisions de plus en plus fines, à celles de la substance ponctuée et se confondre avec elles. Mêmes remarques à l'égard des rapports de la substance ponctuée avec la substance corticale réticulée prise dans la région sensitive : j'ai toujours vu entre elles une continuité nette. En outre, je le répète, la substance corticale réticulée est la même dans les deux régions sensitive et motrice. Mais, c'est dans la première seulement qu'elle fait suite à la substance ponctuée : il en résulte que cette dernière *a un rôle avant tout sensitif*. Enfin, j'ai pu voir la substance corticale réticulée (dans la région inférieure du cerveau) reliée par de très fins ramuscules aux cellules motrices. Celles-ci émettent un prolongement cellulifuge, qui se rend directement dans le nerf : le cycle est donc fermé.

» De plus, il existe, entre les cellules motrices et la substance corticale réticulée, une relation originelle : *ce sont certaines cellules motrices qui contribuent à former cette dernière substance*. Le processus est le suivant. Tout d'abord, de petites vacuoles apparaissent au sein de la cellule, particulièrement vers la périphérie. Ces vacuoles s'agrandissent, et, de ce fait, la substance cytoplasmique qui les sépare s'étire et bientôt se transforme en fibrilles. La cellule a donc disparu et, à sa place, reste un réseau *parfaitement continu*. Quant au noyau, il persiste, mais diminue de volume et se colore avec plus d'intensité : il ressemble d'une manière frappante aux noyaux ganglionnaires sensitifs.

» En résumé, il me paraît y avoir partout continuité et non contiguïté. D'ailleurs, à proprement parler, il n'y a pas de cellules sensitives, mais seulement des noyaux syncitiaux plongés dans un réseau anastomosé, dont

la substance ponctuée ne serait que l'élément centripète immédiat. Il est donc logique d'admettre, au moins dans ce cas, que c'est dans le réseau et non dans la cellule qu'il faut chercher le siège de la fonction nerveuse essentielle (*cf.* Radl...). Enfin, je rappelle la transformation (morphologique et physiologique) des éléments moteurs et fibrilles. Tout cela conduit à nier l'individualité et la fixité de la cellule nerveuse. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'existence d'éléments précurseurs des tubes criblés chez les Gymnospermes.* Note de M. G. CHAUVEAUD, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« On ne connaissait jusqu'ici, dans le liber des plantes vasculaires, aucun élément qu'on pût considérer comme représentant une forme primitive du tube criblé. Chez les Angiospermes, ainsi que chez la plupart des Cryptogames vasculaires, les premiers tubes criblés qui apparaissent dans la plantule possèdent un maximum de différenciation bien caractéristique. Il y a, par suite, une limite tranchée, dès le début, entre le péricycle formé de cellules encore parenchymateuses et le liber constitué par ces tubes pourvus de cribles. On pouvait, par conséquent, se demander si le tube criblé ainsi différencié est apparu brusquement à l'origine des plantes vasculaires.

» Or, chez les Gymnospermes, les premiers tubes criblés qui apparaissent se montrent plus tard que dans les autres plantes, et nous avons pu constater qu'ils sont précédés là par des éléments qu'on doit considérer comme leurs précurseurs. Ces éléments, par leur situation et par leurs caractères, sont intermédiaires aux cellules du péricycle et aux premiers tubes criblés.

» Les premiers de ces éléments ont une forme tubulaire en rapport avec leur rôle conducteur, mais leur paroi reste mince et ne présente aucune modification appréciable. Les éléments qui viennent ensuite sont tubulaires comme les premiers et acquièrent en plus, sur certains points de leur paroi, une petite plage criblée. Enfin, d'autres éléments présentent un degré de plus dans leur différenciation; leur paroi subit dans toute son étendue une modification bien caractéristique, quoique peu accentuée. C'est après seulement que se voient les premiers tubes criblés caractérisés, lors de leur maximum de différenciation, par des cribles épais sur leurs faces transversales, des plages criblées plus ou moins nombreuses sur leurs faces lon-

gitudinales et un épaississement très marqué de leur paroi entière ([1]).

» La limite entre le péricycle et le liber est donc, dans ce cas, peu tranchée, et l'on passe des cellules péricycliques aux premiers tubes criblés par une série de formes de plus en plus différenciées. La présence de ces formes intermédiaires, qui sont, du reste, transitoires, donne au liber de ces plantes un caractère tout à fait primitif. Ce caractère coïncide, d'ailleurs, avec l'origine ancienne de Gymnospermes, qui existaient, comme on sait, aux époques géologiques les plus lointaines. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la densité des eaux océaniques.* Note de MM. **Thoulet et Chevallier.** (Extrait.)

» L'importance prise par la mesure des densités des eaux marines profondes et l'obligation d'opérer à terre, avec une grande précision, sur des échantillons conservés très nombreux et par conséquent de faible volume, conduisent à se demander si la durée de la conservation de ces échantillons ne risque pas de modifier leurs propriétés. Dans le but de résoudre cette question, un certain nombre d'échantillons (23) récoltés pendant la dernière campagne de S. A. S. le Prince de Monaco dans l'archipel du Cap-Vert, déjà analysés le 2 décembre 1901, c'est-à-dire depuis six mois, qui avaient été conservés dans des flacons bien bouchés, mais en vidange, condition éminemment défavorable, ont été étudiés à nouveau. On a repris leur densité à zéro par la méthode du flacon, évalué leurs halogènes au kilogramme par la liqueur d'azotate d'argent titrée et dosé par le réactif de Nessler leur ammoniaque libre et albuminoïde. Il résulte de ces expériences que la conservation des échantillons, à la condition de tenir les flacons convenablement bouchés, n'exerce aucune influence sur la densité et le poids des halogènes contenus. La proportion d'ammoniaque augmente d'une quantité insignifiante à moins que l'échantillon n'ait été filtré. Ce dernier résultat, assez inattendu, reste inexpliqué et cependant il a été constaté à diverses reprises.

([1]) C'est dans la plantule, réduite à ses cotylédons incomplètement épanouis, que l'on observe le mieux ces éléments précurseurs. On peut suivre leur différenciation à partir de la radicule jusque dans les cotylédons; on les retrouve aussi à l'origine de chaque radicelle. Il y a d'ailleurs, suivant les plantes, des modifications nombreuses que nous ne pouvons pas signaler dans la présente Note.

» Le Congrès océanographique international de Stockholm et, après lui, celui de Christiania ont prescrit l'usage de Tables dites *Hydrographische Tabellen*, dressées à Copenhague et publiées en mai 1901. En suivant les indications des Tables, si l'on opère sur des eaux marines récoltées dans l'Atlantique ou dans la Méditerranée par la *Princesse-Alice*, on arrive, pour le même échantillon, à des résultats différents selon que, à l'aide des Tables, on calcule la chloruration d'après la densité à zéro, directement mesurée, ou que l'on calcule cette même densité à zéro en partant du dosage direct des halogènes.

» Nous nous bornerons à donner trois exemples :

Station.	Densité à 0° mesurée directement. S_4^0.	Halogènes : dosage direct.	Chloruration d'après les *Hydrogr. Tabellen* : déduite des halogènes.	Chloruration d'après les *Hydrogr. Tabellen* : déduite de S_4^0.	Différence.
1137 (Atl.).....	1,02821	19,62	19,48	19,43	+0,05
1117 (Atl.).....	1,02851	19,71	19,57	19,54	—0,07
1255 (Médit.)...	1,03089	21,38	21,16	21,27	—0,11

» Des différences analogues ont été constatées sur 23 échantillons d'eaux provenant de l'Atlantique nord, et plus encore sur huit échantillons de la Méditerranée. La moyenne des différences est de + 0,01 pour les premiers, et de — 0,12 pour les seconds.

» Ces écarts ne confirmeraient-ils pas l'hypothèse que les eaux de même densité ne contiennent pas toujours la même quantité de chlore ou, en d'autres termes, ne possèdent pas exactement la même composition chimique?... »

M. **A.-J. Stodolkievitz** adresse une Note « Sur les intégrales de premier ordre des équations différentielles partielles de second ordre ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie présente la liste suivante de candidats, pour la place devenue vacante par le décès de M. *Filhol* :

En première ligne . . . . M. **Bouvier**.

En deuxième ligne. . . . . M. **Henneguy**.

En troisième ligne, par ordre alphabétique. . . MM. **Blanchard (Raphael)**, **Fr. Houssay**, **Oustalet**.

En quatrième ligne, par ordre alphabétique. . MM. **Ch. Janet**, **A. Pizon**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

FIN DU TOME CENT TRENTE-QUATRIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1902.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXIV.

A

B

C

D

E

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
31272 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.

